Л. Д. Фельдман



СХЕМНЫЕ
ОСОБЕННОСТИ
ТЕЛЕВИЗОРОВ



ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЭНЕРГИЯ»

МАССОВАЯ РАДИОБИБЛИОТЕКА

Выпуск 503

Л. Д. ФЕЛЬДМАН

КАК РАБОТАЕТ ТЕЛЕВИЗОР

(СХЕМНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕЛЕВИЗОРОВ)

Издание второе

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЭНЕРГИЯ»

МОСКВА 1964 ЛЕНИНГРАД

УДК 621.397.62
Ф39

В книге рассмотрены схемные особенности современных телевизоров и описаны физические явления, происходящие в основных узлах, участках и цепях схемы. На примере телевизора «Темп-3» рассмотрено назначение каждого элемента схемы.

Книга предназначена для квалифицированных радиолюбителей и подготовленных телезрителей, а также для техников и радиомехаников телевизионных ателье, может быть полезной для регулировщиков телевизионных заводов.

СОДЕРЖАНИЕ

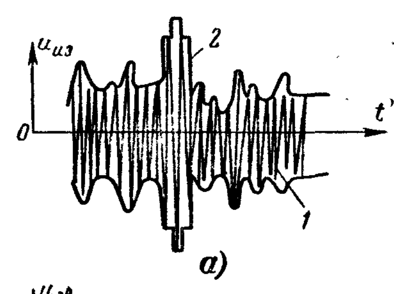
ГЛАВА ПЕРВАЯ

ПОЛНЫЙ ТЕЛЕВИЗИОННЫЙ СИГНАЛ

1. ФОРМА СИГНАЛА ИЗОБРАЖЕНИЯ

Рассмотрение процессов, происходящих в телевизоре, обычно начинают с антенного входа телевизора, куда поступает полный телевизионный сигнал. В этой книге не рассматриваются вопросы, связанные с антенно-фидерной системой, от которой в значительной мере зависит качество изображения и звука.

На вход телевизора поступает модулированный по амплитуде сигнал несущей частоты изображения и модулированный по частоте сигнал несущей частоты звукового сопровождения. На рис. 1 показаны формы этих сигналов. У разных телевизионных каналов несущая частота изображения (рис. 1,*а*) различна; например, несущая частота сигналов изображения первого телевизионного канала равна 49,75 *Мгц*, второго канала — 59,25 *Мгц* и т. д. Как видно из рис. 1,*б*, частота сигналов звукового сопровождения непо-



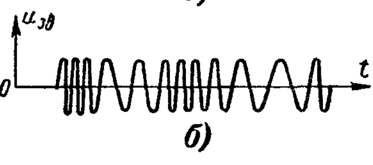


Рис. 1. Форма сигналов изображения (*а*) и звукового сопровождения (*б*), поступающих на вход телевизора.

стоянна: она непрерывно изменяется. Именно в этом изменении и состоит сущность передачи звукового сопровождения. Это — так называемая частотная модуляция несущей (сокращенно ЧМ); сама несущая звукового сопровождения (т. е. некоторая средняя частота) также изменяется от канала к каналу. На первом канале несущая звука равна 56,25 *Мгц*, на втором 65,75 *Мгц* и т. д.

Полезная информация о сигнале изображения содержится в огибающей сигнала, изображенного на рис. 1,*а*.

Это можно пояснить следующим образом: если изменить частоту несущей *1* (рис. 1,*а*), не меняя форму огибающей *2*, то информация о телевизионном изображении полностью сохранится. Но если изменить форму огибающей *2*, то наблюдаемое изображение будет другим.

Информация о передаваемом звуке содержится в изменении частоты звукового сопровождения. Допустим, эта частота изменяется в сторону увеличения на 75 *кгц* и в сторону уменьшения тоже на 75 *кгц*, иными словами, девиация частоты равна ±75 *кгц*. Если теперь, не меняя величины девиации частоты и ее характера, изменить самое несущую, то количество информации о передаваемом звуковом сопровождении не изменится.

Итак, при приеме сигналов одного телевизионного передатчика на входе телевизора имеются два высокочастотных сигнала, изображенных на рис. 1. Если же в данном пункте работает несколько телевизионных передатчиков, то количество сигналов, поступающих на вход телевизора, соответственно увеличивается.

В телевизоре воспроизведение изображения осуществляется с помощью кинескопа, а звука — с помощью громкоговорителя. Следовательно, общей задачей телевизионного приемника являются: а) выделение из смеси сигналов только сигналов избранной телезрителем программы; б) разделение сигналов изображения и звукового сопровождения; в) преобразование высокочастотных сигналов изображения и звука в низкочастотные и подача их соответственно на кинескоп и громкоговоритель.

Рассмотрим эти процессы более подробно.

На рис. 2,*а* показан высокочастотный сигнал изображения, поступающий от антенны на вход телевизора. Ряд вспомогательных сигналов на этом рисунке не изображен для простоты изложения. Сигнал изображения представляет собой амплитудно-модулированный высокочастотный сигнал *1*. Как положитель-

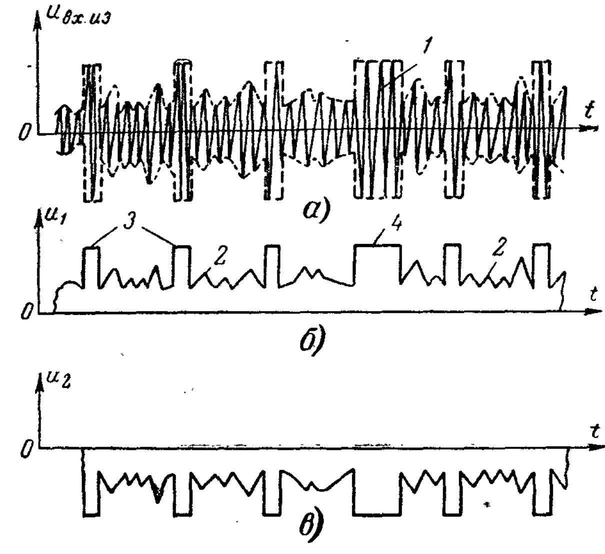


Рис. 2. Упрощенная форма телевизионного сигнала.

ные, так и отрицательные полуволны колебаний высокой частоты меняются по амплитуде совершенно одинаково. Благодаря такой симметричной модуляции обе огибающие (т. е. воображаемые линии, соединяющие вершины высокочастотных импульсов) — как положительная, так и отрицательная — совершенно одинаковы. Эти огибающие играют важную роль, так как они, собственно, и несут полезную информацию об изображении. Представим себе немодулированный высокочастотный сигнал, постоянный по амплитуде, частоте и фазе. Ясно, что такой сигнал не содержит полезных сведений об изображении.

Если же одну из характеристик такого сигнала менять в каком-либо определенном соответствии с передаваемой информацией, то высокочастотный сигнал

будет содержать полезные сведения. Одной из задач телевизора является извлечение из сигнала, изображенного на рис. 2,*а*, информации об изображении. Это извлечение осуществляется в видеоканале телевизора. На рис. 2,*б* и *в* показан результат детектирования сигнала в разных полярностях. Этот видеосигнал подается на катод или модулирующий электрод кинескопа в зависимости от типа модуляции телевизионного сигнала.

Заметим, что и в сигналах, изображенных на рис. 2,*б* и *в*, не все участки несут информацию об изображении. Только участки *2* представляют собой электрические копии, электрические модели изображения какой-либо строки растра. Сигналы же *3* и *4* являются вспомогательными и служат для правильного воспроизведения изображения.

Рассмотрим теперь вопросы, связанные с получением изображения на экране телевизора с помощью сигналов, принятых телевизионным приемником.

Изображение на экране кинескопа создается электронным лучом, который с помощью отклоняющей системы, находящейся на горловине трубки, прочерчивает светящиеся строки. Если менять интенсивность потока электронов, например, путем изменения напряжения на катоде кинескопа или на управляющем электроде, то различные участки светящейся строки приобретут различную яркость. Если токи пилообразной формы, протекающие в отклоняющих катушках, имеют строго периодический характер, то на экране кинескопа возникнет светящаяся система строк прямоугольной формы, называемая растром. Вспомогательные сигналы *3* и *4*, показанные на рис. 2,*б*, необходимы для правильного распределения строк по растру.

На рис. 3 графически представлено соответствие, существующее между положениями строк растра и определенными участками видеосигнала. Начало каждой строки совпадает с моментом спада импульсов *3* и *4* (моменты времени t_1, t_3, t_5, t_6 и т. д.), а концы строк совпадают с фронтами этих импульсов (t_2, t_4 и т. д.).

Это соответствие между фронтами и спадами импульсов и положениями светового пятна на растре

весьма важно для правильного управления движением пучка электронов кинескопа. В телевизоре необходимо иметь устройства, чувствительные к изменениям фронтов и спадов импульсов и управляющих токами пилообразной формы, протекающими через отклоняющие катушки. Эти устройства в телевизоре называются цепями синхронизации. На рис. 3 показан растр

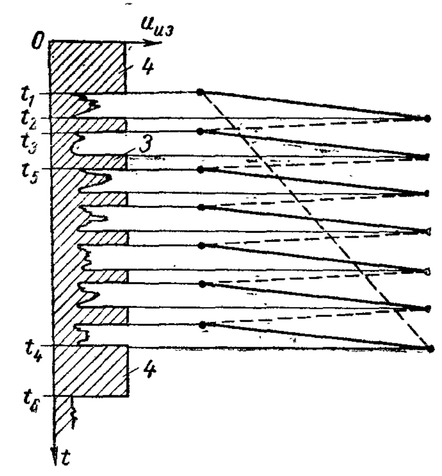


Рис. 3. Схема образования растра.

из семи строк. Когда электронный луч прочертит последнюю, седьмую, строку, он должен вернуться к началу растра.

Если в процессе такой «развертки» строк подать на катод кинескопа видеосигнал, то яркость вдоль каждой строки будет меняться в соответствии с изменением амплитуды сигнала в интервалах времени t_1—t_2 и т. д. Вся система строк, модулированных по яркости, создаст впечатление изображения. Полученное таким путем изображение имеет ряд недостатков, главным из которых является малое число строк. Чтобы найти пути увеличения числа строк, рассмотрим зависимость между следующими понятиями: 1) число строк разложения изображения; 2) разрешающая способность зрения; 3) частота смены кадров; 4) формат изображения; 5) длительность импульсов, образующих видеосигнал; 6) спектральный

состав видеосигнала; 7) полоса пропускания системы; 8) чересстрочная развертка.

Чем больше строк в изображении, тем оно лучше. Однако нет надобности в очень большом числе строк, ибо глаз человека не способен различать раздельно два объекта, расстояние между которыми соответствует малому углу (ограниченная разрешающая способность зрения). Для зрителя, находящегося от экрана телевизора на расстоянии, равном пяти-шести высотам изображения, оптимальное число строк составляет примерно 600. В соответствии с ГОСТ 7845-55 число строк принято равным 625, эти 625 строк должны появиться на экране кинескопа в течение достаточно малого отрезка времени, иначе наш глаз «забудет» первую строку, когда на экране будет прочерчиваться последняя. Инерционность нашего зрения такова, что мы не замечаем мелькания, если объекты зрения сменяются не реже чем 40—50 раз в секунду.

Так как телевизоры питаются от сети промышленной частоты 50 *гц*, удобно в качестве частоты смены изображений также принять 50 *гц*, это позволит ослабить требования к пульсации анодного напряжения питания телевизора.

Итак если за $^1/_{50}$ долю секунды уложить на экране все 625 строк, то мы увидим слитное изображение без мельканий. Такая развертка, при которой все строки, образующие изображение, укладываются одна за другой, называется прогрессивной. При прогрессивной развертке время, необходимое для прохождения одной строки, очень мало и равно $^1/_{50}:625 = 0,000032$ *сек* $= 32$ *мксек*. Для получения на экране трубки мельчайших деталей изображения с размерами, равными диаметру светового пятна на экране кинескопа, надо иметь импульсы очень малой длительности, которая зависит от формата изображения. При формате изображения 3 : 4 (т. е. на 4 единицы длины строки должны приходиться 3 единицы длины по вертикали) вдоль строки уложится около $625 \times {^4/_3} \approx 800$ пятен. Это число получилось следующим образом: если считать, что по вертикали укладывается столько элементов изображения (пятен), сколько имеется всего строк, т. е. 625, и поскольку строка длиннее кадра в $^4/_3$ раза, то и число элементов изображения вдоль строки также будет в $^4/_3$ раза больше. Следовательно, длительность одного элемента изображения при прогрессивной развертке будет равна примерно 32 *мксек*: $800 \approx 0,04$ *мксек*. Это иллюстрирует рис. 4,*а* и *б*. Воспроизвести такие импульсы очень

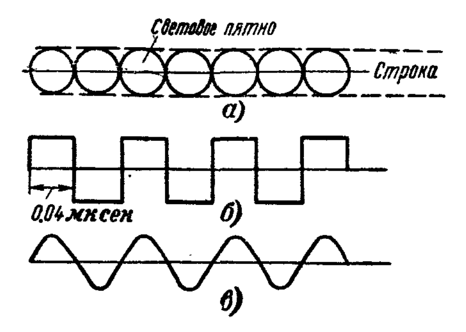
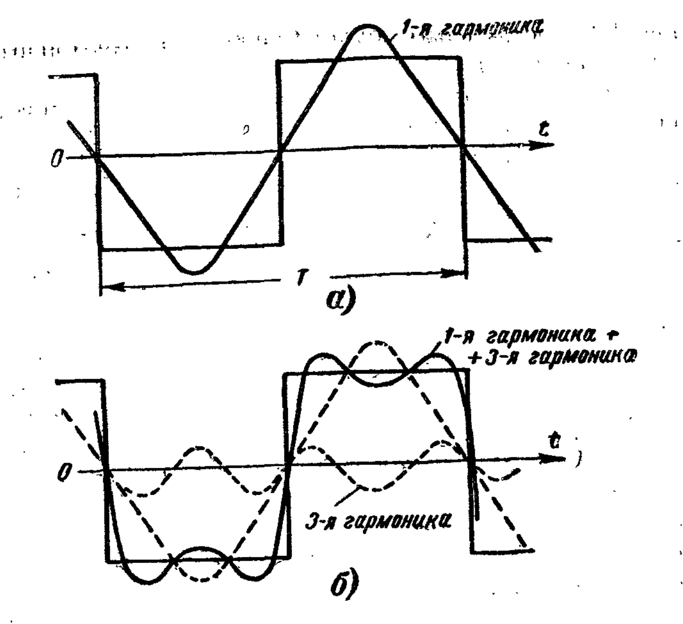


Рис. 4. Последовательные положения светового пятна вдоль строки (*а*); последовательные положения элементов изображения (*б*) и форма реального видеосигнала (*в*).

сложно. Чем меньше длительность импульса, чем круче его фронт и спад, тем труднее его создать и тем труднее его «обрабатывать», т. е. усиливать, воспроизводить на экране и т. д. В любой радиотехнической схеме имеются паразитные емкости и индуктивности в тех цепях, где проходят короткие импульсы. Эти реактивные элементы препятствуют быстрым изменениям напряжения или тока. Поэтому передаваемые импульсы искажаются. Для того чтобы легче анализировать различного рода искажения, необходимо познакомиться с понятием о спектральном представлении импульсов.

Если сложить два синусоидальных напряжения различных частот, то сумма их окажется несинусоидальной формы. Оказывается, можно путем сложения достаточно большого количества синусоидальных напряжений различных частот в соответствующих фазах получить прямоугольные импульсы (рис. 5). Таким образом, можно утверждать, что последовательность прямоугольных импульсов эквивалентна некото-



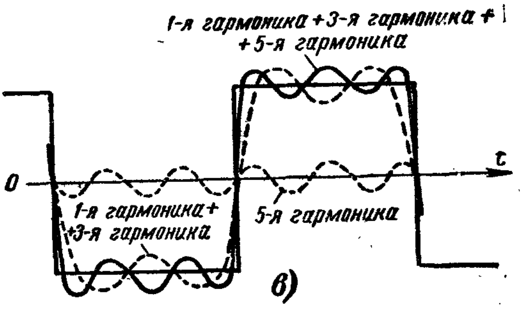


Рис. 5. Осциллограммы колебаний, разъясняющие принцип разложения периодического колебания на гармонические составляющие.

рому набору (спектру) синусоидальных колебаний (гармоник). Из рис. 5 видно, что чем большее количество гармоник мы складываем, тем точнее их сумма будет изображать прямоугольные импульсы. Например, из рис. 5,*а* видно, что прямоугольные импульсы грубо можно представить одной синусоидой (1-й гармоникой). Если же сложить 1-ю и 3-ю гармоники

(рис. 5,*б*), то их сумма будет ближе к прямоугольным импульсам и т. д.

Любую последовательность импульсов можно представить как сумму ряда гармоник соответствующих частот, фаз и амплитуд. Из рис. 5 видно, что высшие гармоники (колебания высоких частот) играют меньшую роль в деле формирования общего характера серии импульсов, чем низшие гармоники.

Предположим теперь, что все гармоники увеличены по амплитуде в одинаковое число раз (при сохранении их начальных фаз); если после этого сложить все гармоники, тогда опять получатся прямоугольные импульсы, но с бóльшим размахом. Такая операция эквивалентна усилению импульсов в усилителе, не вносящем искажений. Если усилитель неодинаково воздействует на разные гармоники, то имеют место искажения. Если усиления различных гармоник различны, то имеют место частотные искажения; если различные гармоники задерживаются усилителем на разное время, то имеют место фазовые искажения.

Итак, для того чтобы определить, как будут искажены импульсы, прошедшие через какой-либо усилитель или другую цепь, можно поступить следующим образом: а) представить серию импульсов в виде набора гармоник; б) определить реакцию цепи на каждую гармонику в отдельности; в) затем сложить этот новый набор гармоник. Весьма важно отметить, что на практике именно так и поступают, когда с помощью генератора синусоидальных сигналов проверяют частотно-амплитудную характеристику какого-либо канала. Ниже будут более подробно рассмотрены частотные, фазовые и нелинейные искажения сигнала, сейчас необходимо выяснить связь между спектром сигнала и частотной характеристикой канала.

Для того чтобы определить, каким количеством гармоник можно представить телевизионный сигнал, обратимся к рис. 2,*б*. Импульсы *4* следуют через каждую $^{1}/_{50}$ *сек* (частота повторения их равна 50 *гц*). Значит, последовательность этих импульсов может быть представлена набором гармоник, начиная с первой в 50 *гц*. Так как импульсы *4* представляют собой самую «медленную» серию импульсов в телевизион-

ном сигнале, то они и соответствуют низшей гармонике сигнала.

Теперь рассмотрим самую «быструю» серию импульсов. Очевидно, эта серия может содержаться в таком сигнале, который соответствует наиболее мелким деталям изображения; такой случай может быть, когда необходимо передать вертикальные черно-белые полоски шириной, равной диаметру светового пятна на экране кинескопа (рис. 4,*а* и *б*). В случае прогрессивной развертки длительность одного элемента изображения, т. е. длительность импульса (рис. 4,*б*), равна 0,04 *мксек*. Период этого колебания равен 0,08 *мксек*, следовательно, эта серия импульсов может быть представлена набором гармоник, причем частота первой из них равна 1/0,08 *мксек* ≈ 12,5 *Мгц*. Мы рассмотрели крайние случаи: серию наиболее редких импульсов и серию наиболее частых импульсов. Очевидно, могут встретиться изображения, которые описываются импульсами с промежуточной частотой следования. Главную роль в воспроизведении характера импульсов играют низшие гармоники. Например, серию импульсов рис. 4,*б* можно с известным допущением представить в виде ее первой гармоники (рис. 4,*в*). При этом на экране кинескопа края изображения, соответствующего такому напряжению, будут размытыми. Оказывается, что если подать на модулирующий электрод кинескопа серию идеальных прямоугольных импульсов (рис. 4,*б*), то в силу того, что диаметр пятна имеет конечную величину, изображение также будет иметь размытые края. Поэтому считают, что для воспроизведения наиболее мелких деталей изображения достаточно ограничиться передачей первой гармоники наиболее «быстрой» серии импульсов. Таким образом, усилители и другие цепи, через которые проходит телевизионный сигнал, должны без искажений пропускать гармоники с частотами от 50 *гц* до 12,5 *Мгц*. Так как в сигнале изображения могут встретиться серии импульсов с различными периодами, то необходимо предусмотреть, чтобы все частоты от 50 *гц* до 12,5 *Мгц* (сплошной спектр частот) не искажались.

Однако оказывается, что имеются средства сузить спектр частот сигнала, а следовательно, и уменьшить

полосу пропускания системы. Это необходимо сделать, во-первых, для того, чтобы можно было увеличить число телевизионных каналов, и, во-вторых, для облегчения конструирования передатчиков, антенных систем и телевизоров. Средство это состоит в применении так называемой чересстрочной развертки, а не

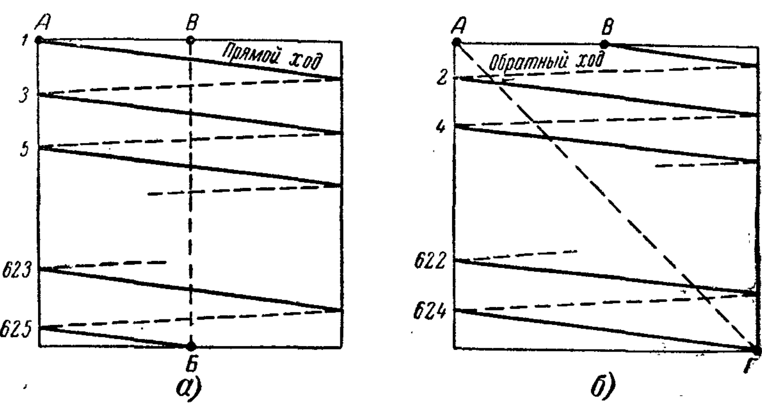


Рис. 6. Схема образования полного растра из двух полей строк. *а* — поле нечетных строк; *б* — поле четных строк.

прогрессивной развертки, которую мы до сих пор рассматривали.

Мы видели, что верхняя граница спектра телевизионного сигнала (12,5 *Мгц*) определяется лишь длительностью самого короткого импульса. В случае прогрессивной развертки 625 строк подряд эта длительность равна 0,04 *мксек*. Увеличение длительности этого импульса вдвое позволяет уменьшить необходимую полосу пропускания также вдвое. Поэтому весь растр, состоящий из нечетного количества строк — 625, получают на экране за два приема. Сначала за время, равное $^1/_{50}$ *сек*, воспроизводятся одни нечетные строки: 1, 3, 5-я и т. д. Эта часть растра, так называемый нечетный полукадр, изображена на рис. 6,*а*. Последняя нечетная строка (625-я) прочерчивается только до середины (точка *Б*). Затем луч переводится в точку *В*, лежащую на одном уровне с точкой *А*, началом первой нечетной строки. Продолжая свое движение с точки *В*, луч дописывает вторую половину 625-й строки. На рис. 6,*а* переход луча из точки *Б*

в точку *В* показан условно в виде пунктирной линии *БВ*. Ниже мы уточним, как происходит этот процесс обратного хода по вертикали (по кадрам). Попав в точку *В*, луч автоматически, как ясно видно из рис. 6,*б*, начнет выписывать одну за другой четные строки. Дописав последнюю четную, 624-ю, строку, луч из точки *Г* вернется в точку *А*. Эти оба полукадра образуют полный растр.

Итак, за каждую $^1/_{50}$ *сек* на экране возникает ровно половина числа строк всего растра — 312,5 строк. Весь растр, следовательно, образуется за $^1/_{25}$ *сек*. Чего же мы достигли такой разверткой?

Во-первых, так как 625 строк теперь воспроизводятся за время, равное $^1/_{25}$ *сек*, то длительность одной строки равна примерно 64 *мксек*, т. е. в 2 раза больше, чем при прогрессивной развертке. Соответственно длительность самых кратковременных импульсов равна уже не 0,04 *мксек*, а 0,08 *мксек*; полоса частот, занимаемая сигналом, сократится вдвое и составит 6,25 *Мгц*.

Помимо этого, за каждый полукадр (поле строк, состоящее из половинного числа всех строк) на экране воссоздается почти все изображение, кроме самых мелких деталей, имеющих вертикальную протяженность. Четное поле строк сдвинуто по вертикали относительно нечетного поля примерно на толщину строки, поэтому с информационной точки зрения оба полукадра почти одинаковы. Эти почти одинаковые по своему содержанию полукадры повторяются через каждую $^1/_{50}$ *сек*, следовательно, никакого мелькания мы не заметим. В настоящее время почти во всех телевизионных системах применяется чересстрочная развертка.

Прежде чем перейти к рассмотрению средств, обеспечивающих чересстрочную развертку, необходимо сделать ряд замечаний, связанных с техническими средствами, которыми мы располагаем. Дело в том, что луч трубки создает растр благодаря пилообразным токам, протекающим в катушках отклоняющей системы. Существуют трубки (с так называемым электростатическим отклонением), которые питаются пилообразными напряжениями. Эти пилообразные токи (или напряжения) вырабатываются двумя генераторами, строчным и кадровым. Необходимо, чтобы во время работы телевизора эти генераторы работали непрерывно и равномерно. Необходимо также, чтобы в генераторах отсутствовали какие-либо переходные процессы, требующие, как правило, некоторого времени, в течение которого нарушается нормальная ра-

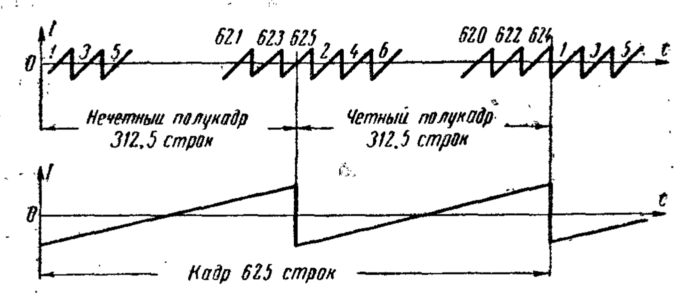


Рис. 7. Идеализированные отклоняющие токи.

бота генераторов. Это требование необходимо для того, чтобы все переходы луча снизу вверх, изменение направления его движения, начиная с середины 625-й строки и т. д., происходили без нарушения нормальной и равномерной работы генераторов разверток. Это должно совершаться автоматически благодаря рационально выбранным частотам следования пилообразных токов. Обратимся к рис. 7, где изображены идеализированные пилообразные токи, с помощью которых осуществляется отклонение луча. Идеализация состоит в том, что обратные ходы обоих пилообразных токов по длительности равны нулю. Из рисунка видно, что если число строк за время кадра нечетно (625), то нечетный полукадр заканчивается на середине 625-й строки, а четный полукадр — в конце 624-й строки, чем и достигается чересстрочное разложение.

Теперь необходимо обеспечить возврат луча в соответствующее место растра, а именно: после четного полукадра — в левый верхний угол, после нечетного полукадра — в середину верхнего края экрана. Так как реальные пилообразные токи (и, в частности, ток кадрового отклонения) имеют обратный ход, длящийся некоторое время, а не бесконечно короткий, то,

следовательно, за время возврата луча вверх строчный генератор выработает несколько «пил» строчного тока. Можно так подобрать длительности обратных ходов, чтобы луч возвращался в нужные точки экрана (рис. 8). Здесь за время обратного хода по кадрам строчный генератор совершает два полных цикла (два прямых и два обратных хода). В момент вре-

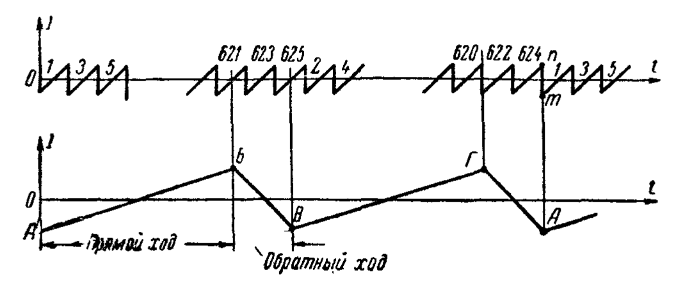


Рис. 8. Во время обратного хода кадровой развертки строчная развертка совершает два полных цикла.

мени *Б* луч находится на середине нижней строки — 621-й. Сделав два полных строчных цикла, луч, перемещаясь одновременно кверху, попадает в точку *В*, также лежащую на середине строки. В момент *Г* луч находится в конце строки, совершив опять два строчных цикла, луч в момент *А* попадает в верхнюю область растра. Здесь нельзя сказать точно, где луч находится — в начале строки (точка *m*) или в конце ее (точка *n*). Эта неопределенность вызвана тем, что длительность обратного хода по строкам в идеальном случае равна нулю. Практически длительность обратного хода по строкам не равна нулю, а имеет какую-то определенную величину.

Из рассмотрения рис. 8 ясно, что за время прямого хода по кадрам на экране будет воссоздано число строк, меньшее, чем 625. Часть строк «пропадает» из-за обратного хода по кадрам. В данном случае за полный кадр изображение потеряло четыре строки (по две строки на каждый полукадр). Следовательно, растр будет содержать уже 625—4=621 строку. Кроме этого, из рис. 8 можно заключить, что длительность обратного хода вообще не влияет на чересстрочную развертку. Важно лишь, чтобы к концу обратного

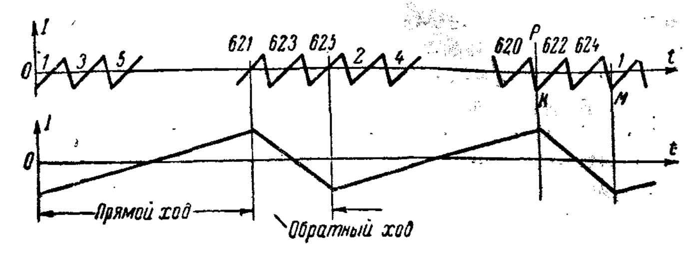


Рис. 9. Прямой и обратный ходы кадровой развертки.

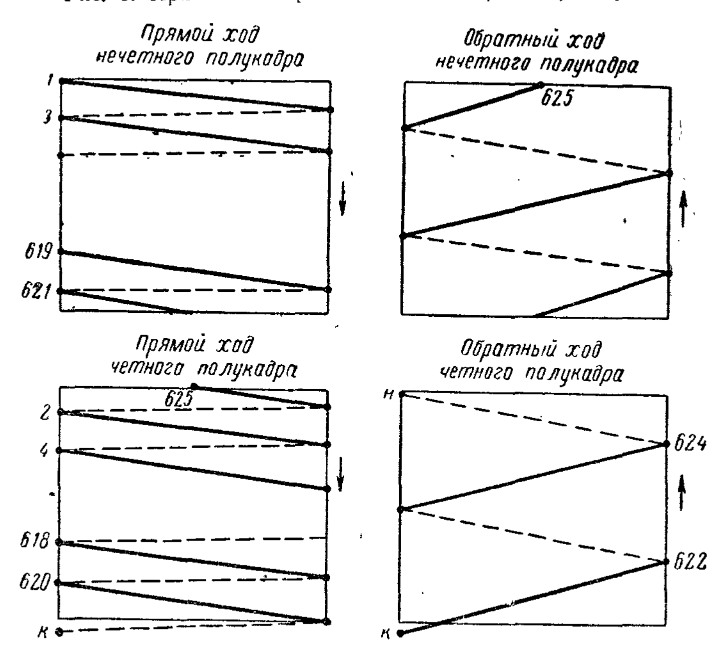


Рис. 10. Схемы, поясняющие протекание процессов в основные периоды формирования строчной развертки.

хода полукадров луч попадал в соответствующее место экрана.

Обратимся теперь к рис. 9, где изображены реальные пилообразные токи и по строкам и по кадрам. Обращаем внимание на конец четного полукадра. Обратный ход по кадрам и в этом случае начнется не в точке *P* (правый край растра), а в точке *K* (левый

край растра); в этом случае прямой ход по кадрам наверху начнется с точки M, т. е. так, как и нужно. Это несколько расходится с идеализированным случаем, когда в конце четного полукадра луч возвращается из правого нижнего угла в левый верхний угол. Но практически это различие почти не имеет значения.

Для иллюстрации на рис. 10 показаны все фазы образования чересстрочной развертки. Если наложить мысленно эти четыре цикла друг на друга, то можно получить полный кадр чересстрочной развертки.

2. ФОРМА СИГНАЛА СИНХРОНИЗАЦИИ

Рассмотрим, каким должен быть синхронизирующий сигнал, передаваемый телецентром, чтобы генераторы разверток создали такой растр. Прежде всего необходимо отметить, что помимо синхронизирующих сигналов, телецентр передает гасящие сигналы, которые запирают кинескоп, когда луч находится на краях растра. Если у работающего телевизора увеличить яркость, то можно увидеть по четырем сторонам растра серые полосы, которые при уменьшении яркости становятся черными.

Гасящие импульсы имеют уровень, который соответствует черным местам изображения. Ясно, что все напряжения, превосходящие этот уровень черного изображения (т. е. лежащие на уровне «чернее черного»), не вызовут на экране никаких изменений яркости, так как трубка будет при этом надежно заперта. Поэтому сигналы синхронизации передаются телецентром «насаженными» на гасящие импульсы. По телевизионному стандарту, принятому в СССР, бóльшим по абсолютной величине напряжениям видеосигнала соответствуют меньшие яркости свечения экрана. На рис. 11 показана часть видеосигнала со строчными гасящим и синхронизирующим импульсами. Из рис. 11 становится понятным, почему обратный ход луча справа налево совершается в течение времени, когда кинескоп заперт. При этом если обратный ход меньше длительности гасящего сигнала, то возможно образование защитных полосок справа и слева растра. Идеальным считается тот случай, когда обратный ход по строкам совершается точно за время действия син-

хронизирующих импульсов. Поэтому можно считать, что фронтом синхронмпульса *1* генератор строчной развертки переводится из режима прямого хода в режим обратного хода, и к концу синхроимпульса (спад *2*) строчная развертка заканчивает обратный ход и начинает прямой ход луча. Удобнее с помощью синхроимпульсов прекращать прямой ход; сама схема

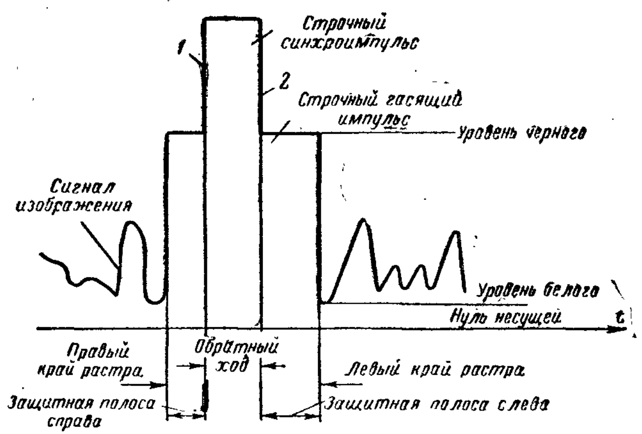


Рис. 11. Основные элементы полного телевизионного сигнала.

затем, уже не управляемая синхросигналами телецентра, самостоятельно совершит обратный ход. В какой-то момент времени этого обратного хода, более или менее точно совпадающий с момента времени *2*, обратный ход прекратится и начнется прямой ход, который будет длиться до тех пор, пока следующий синхроимпульс не заставит развертку начать новый обратный ход. Гасящие импульсы, создающие защитные полоски в верхней и нижней частях растра, вводятся и для кадровой развертки. Так как во время обратного хода по кадрам строчная развертка должна продолжать работать, то во время действия полукадровых гасящих сигналов также передаются и строчные синхроимпульсы. На рис. 12,*а* в сильно упрощенном виде показан кадровый гасящий сигнал с находящимися на нем строчными синхронизирующими импульсами, которые специальными устройствами в телевизоре отделяются

от общего сигнала и направляются для синхронизации строчного генератора. Длительность кадрового гасящего сигнала такова, что на нем размещается до 25 строчных синхроимпульсов. Следовательно, для изображения будет потеряно примерно 50 строк, поэтому если попытаться сосчитать количество строк на

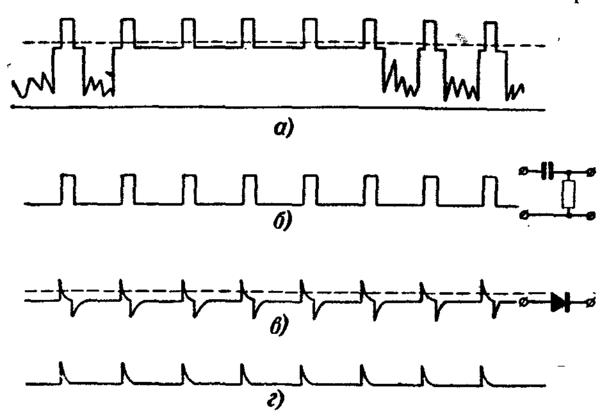


Рис. 12. Осциллограммы, поясняющие работу цепей синхронизации.

растре во время передачи изображения, то их оказалось бы всего 575.

Строчная развертка работает непрерывно, так как строчные синхроимпульсы передаются в течение всего времени передачи. Теперь необходимо засинхронизировать кадровую развертку, причем в конце нечетного полукадра (поля из нечетных строк) прекращение прямого хода кадровой развертки должно произойти на середине строки, а в конце четного полукадра — в начале последней строки. Чтобы образовались защитные полоски сверху и снизу растра, необходимо, чтобы время обратного хода было меньше длительности кадрового гасящего импульса, а также, чтобы начало обратного хода несколько отставало от фронта этого импульса. Кроме того, необходимо на кадровый гасящий импульс поместить какие-либо импульсы, которые отличались бы по некоторым признакам от строчных и могли быть выделены для направления в схему синхронизации кадровой развертки. В цепях синхро-

низации телевизора происходит сначала отделение собственно синхросигнала от общего телевизионного сигнала (рис. 12,*б*), после отделения синхроимпульсов получают серию прямоугольных импульсов. Для выделения моментов времени, соответствующих фронтам синхроимпульсов, что необходимо для прекращения

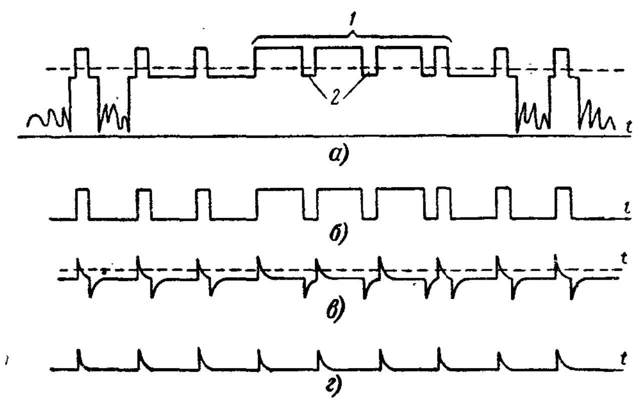


Рис. 13. Осциллограммы, показывающие, как выделяются импульсы строчной синхронизации во время передачи сигнала кадровой синхронизации.

прямого хода строчной развертки, эту серию импульсов пропускают через дифференцирующую цепь (например, через цепочку *RC* с малой постоянной времени по сравнению с длительностью импульса). На выходе цепи узкие положительные импульсы отделяются с помощью диода и используются для синхронизации. Вместо нескольких узких строчных импульсов в широкий полукадровый гасящий импульс *1* «врезают» несколько «врезок» *2*, причем параметры этих «врезок» выбирают такими (рис. 13,*б*), чтобы после дифференцирования (рис. 13,*в*) и отделения (рис. 13,*г*), серия этих импульсов ничем не отличалась от серии импульсов, изображенных на рис. 12,*г*. Теперь на кадровом гасящем импульсе имеется сложный импульс *1*, который можно применить для синхронизации кадровой развертки. Для этого используется свойство интегрирующей цепочки не реагировать на узкие импульсы. Из рис. 14 видно, что пропустив се-

рию импульсов, изображенных на рис. 13,*б*, через интегрирующую цепь, можно получить сигнал для синхронизации по кадрам. Этот сигнал синхронизации для получения чересстрочной развертки должен прекращать прямой ход кадровой развертки либо в нача-

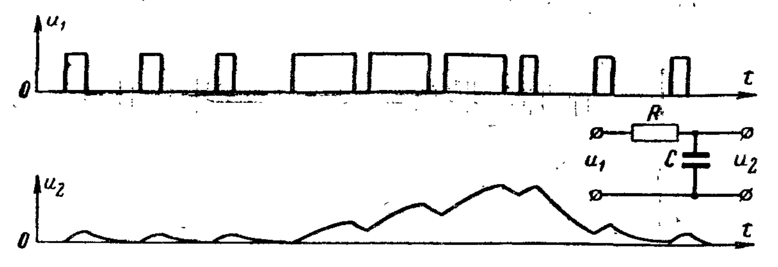
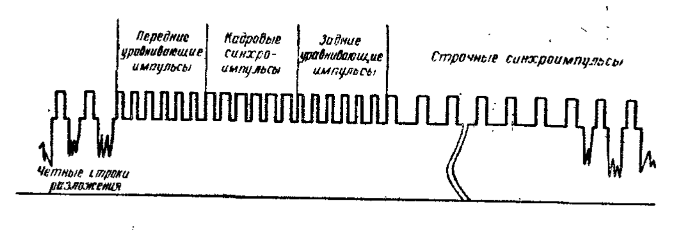


Рис. 14. Кадровый синхросигнал можно выделить с помощью интегрирующей цепи.



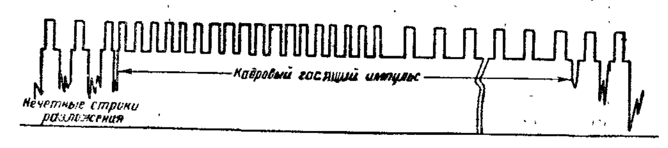


Рис. 15. Форма полного телевизионного сигнала.

ле строки, либо на середине строки, поэтому в форму сигнала требуется внести некоторые изменения.

Рассмотрим окончательную форму полного телевизионного сигнала, в котором решена проблема чересстрочной развертки (рис. 15). Особенность этого сигнала заключается в том, что до кадрового сигнала синхронизации и после него вместо строчных импульсов помещены импульсы двойной строчной частоты, а врезки в самом кадровом синхросигнале также следуют в 2 раза чаще, чем строчные импульсы. После

разделения синхросигналов и последующих дифференцирования и интегрирования синхросигналы имеют форму, изображенную на рис. 16.

Схема строчной синхронизации будет испытывать воздействие «лишних» импульсов, которые следуют в промежутках между полезными импульсами. В дру-

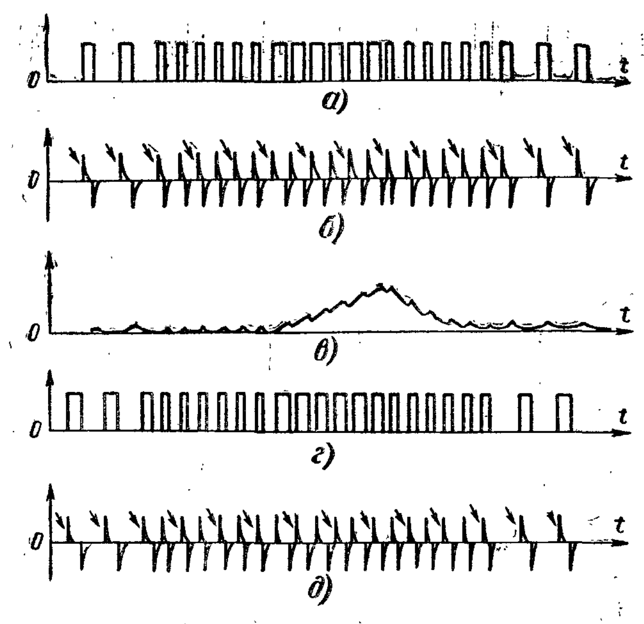


Рис. 16. Осциллограммы, поясняющие процесс выделения строчных и кадровых сигналов синхронизации.

гом полукадре, как следует из рис. 16, лишние и полезные импульсы поменяются местами.

Но благодаря особенностям некоторых схем синхронизации, о которых речь будет идти ниже, срывов синхронизации не произойдет, и строчная развертка будет запускаться импульсами, указанными стрелками. Таким образом, для синхронизации по строкам всегда найдется импульс из этой серии полустрочных импульсов. В разделе о развертках мы коснемся некоторых особенностей получения защитных полос по краям изображения, связанных с реальными соотно-

шениями между длительностями обратных ходов разверток и параметрами сигнала.

Из рассмотрения полного телевизионного сигнала изображения видно, что полный период повторения сигнала составляет $^{1}/_{25}$ *сек*, а не $^{1}/_{50}$ *сек*, так как через каждую $^{1}/_{50}$ *сек* несколько меняется форма сигнала. Таким образом, в спектре сигнала имеется гармоника

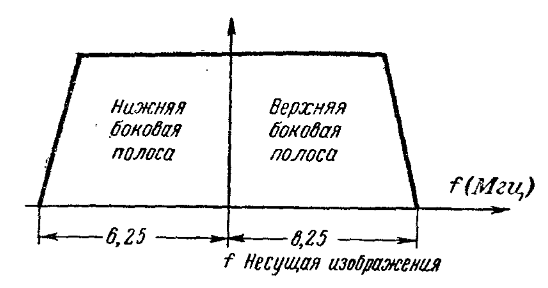


Рис. 17. Форма частотной характеристики передатчика, если передавать полностью обе боковые полосы частот.

с частотой 25 *гц*. Полоса частот, занимаемая телевизионным видеосигналом, составляет, следовательно, 25 *гц* — 6,25 *Мгц*. Учитывая, что в составе изображения могут быть очень медленно меняющиеся составляющие (например, при передаче утреннего рассвета), можно принять, что видеосигнал имеет спектр, простирающийся от нуля до 6,25 *Мгц*. Эту весьма широкую полосу частот необходимо передать на расстояние с помощью радиоволн. Это делают, применяя амплитудную модуляцию несущей частоты. Известно, что по техническим соображениям необходимо, чтобы полоса частот, занимаемая модулирующим сигналом, была значительно меньше несущей частоты, поэтому телевизионные передачи ведутся на ультракоротких волнах. При обычных методах амплитудной модуляции возникают так называемые боковые частоты, образующие спектры боковых частот. Таким образом, в эфире сигнал изображения должен занимать вдвое бо́льшую полосу частот, т. е. 12,5 *Мгц* (рис. 17).

Однако можно подавить одну из боковых полос, например нижнюю полосу, и тем самым сократить необходимую полосу частот, при этом полезная информа-

ция о видеосигнале не исчезнет, так как в одной верхней боковой полосе присутствуют все составляющие видеосигнала. Все эти соображения учтены в ГОСТ 7845-55, где приводится форма частотной характеристики передатчиков (рис. 18). При такой передаче появляется некоторый относительный энерге-

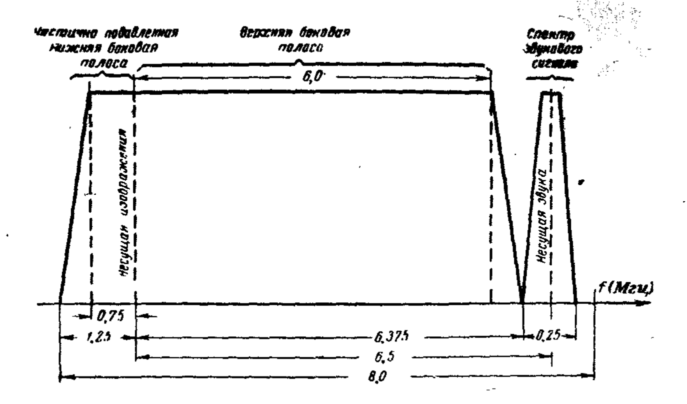


Рис. 18. Стандартная частотная характеристика телевизионного передатчика.

тический избыток частот, близких к несущей (в гл. 2 показано, каким образом можно в этом случае избежать искажений).

Звуковое сопровождение телевизионных передач, так же как и передачи на УКВ, производися с помощью частотной модуляции. Максимальное отклонение несущей частоты (девиация), соответствующее наиболее громким звукам, составляет ±50 *кгц* (УКВ вещания ведется при девиации ±25 *кгц*). Из теории частотной модуляции известно, что в этом случае полоса частот, занимаемая звуком, составляет 0,25 *Мгц*. Несущая частота звука располагается недалеко от частот спектра сигналов изображения (рис. 18). Это позволяет применять одну и ту же антенну для приема сигналов звука и изображения. Кроме того, можно использовать некоторые каскады телевизора для одновременного усиления сигналов изображения и звука. Как правило, в современном телевизоре весь усилитель промежуточной частоты канала изображения

или часть его используется также и для усиления сигналов звука.

Частотная модуляция позволяет получать хорошее качество звучания, поэтому на телепередатчике предусмотрена передача звуковых частот от 30 до 15 000 *гц*, т. е. всего диапазона слышимых частот.

Важно отметить, что мощность радиопередатчика сигналов звукового сопровождения составляет примерно половину мощности радиопередатчика сигналов изображения. Это обстоятельство необходимо учитывать при определении необходимой степени подавления сигналов звука в канале изображения.

ГЛАВА ВТОРАЯ

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА СОВРЕМЕННОГО ТЕЛЕВИЗОРА

3. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СХЕМЫ ТЕЛЕВИЗОРОВ

В первой главе мы познакомились с формой и структурой полного телевизионного сигнала и назначением его отдельных частей. В настоящей главе мы рассмотрим функциональные схемы телевизора с нескольких точек зрения, что будет способствовать четкому пониманию работы и процессов, происходящих в отдельных его частях. Однако, прежде чем рассматривать вопросы преобразования сигналов в телевизоре, необходимо остановиться на некоторых особенностях распределения частот телевизионных каналов и их взаимодействия.

Мы видели, что спектр частот, занимаемый сигналами одного канала, составляет 8 *Мгц*, причем разница между несущими частотами сигналов изображения и звука составляет 6,5 *Мгц*. Отметим, что эта разностная частота 6,5 *Мгц* играет важную роль в телевидении и поэтому специально поддерживается на передатчиках в достаточно жестких пределах. На рис. 19 схематически показано размещение телевизионных каналов на равномерной частотной шкале. Из рисунка видно, что частоты каналов размещены неравномерно, благодаря чему возникает необходимость в создании значительного ослабления усиления на целом ряде частот в радиоцепях телевизора для устранения взаимных помех между отдельными телевизионными каналами. Допустим, ведется прием программы на 10-м канале на несущей частоте изображения 207,25 *Мгц*. Так как частотная характеристика канала изображения телевизионного приемника простирается далеко как в область низких частот, так и в область высоких частот (рис. 19, деталь *А*), то на ее пологих спадах возможно проникновение нежелательных частот. Даже при стократном ослаблении мешающего сигнала в канале изображения на экране телевизора возможно наличие помехи в виде «пролезания» сигналов мешающей станции. В этом случае (10-й канал) сигналы проникнут в основном на следующих частотах:

1) несущая частота звукового сопровождения соседнего более низкого по частоте передатчика 205,75 *Мгц*;

2) собственная несущая частота звука 213,75 *Мгц*;

3) несущая частота изображения соседнего более низкого по частоте передатчика 199,25 *Мгц*;

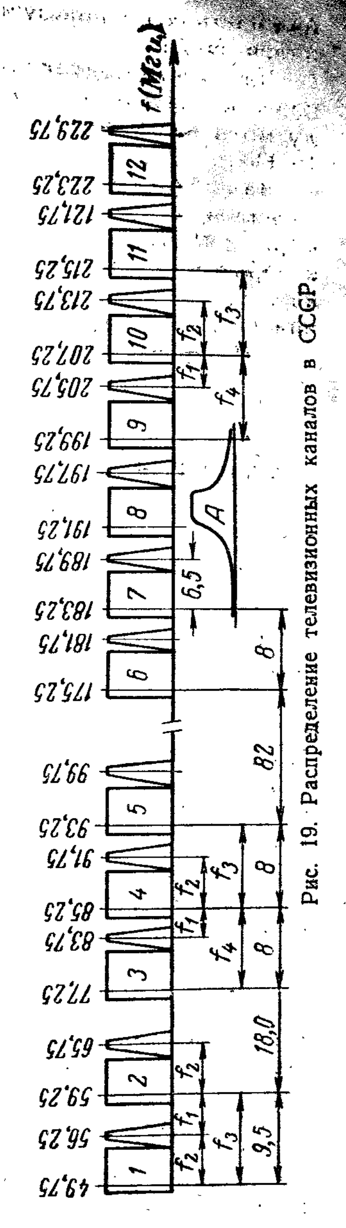


Рис. 19. Распределение телевизионных каналов в СССР.

4) несущая частота изображения соседнего, более высокого по частоте канала 215,25 *Мгц*.

Помимо этих несущих частот, будут проникать также и другие частоты спектра, однако так как бо́льшая часть энергии передатчика концентрируется вблизи несущей частоты, то, как правило, достаточно учесть влияние несущих частот. Из рис. 19 видно, что для разных каналов соответствующие мешающие частоты неодинаково удалены по частоте. Например, разность f_1 для 2-го канала составляет 3 *Мгц*, а та же разность f_1 для 10-го канала равна всего 1,5 *Мгц*. Ясно, что из-за значительной удаленности по частоте каналы, не примыкающие непосредственно к данному каналу, можно не учитывать.

Как же должно быть ослаблено усиление «мешающей» частоты в канале изображения, чтобы помеха не просматривалась на экране телевизора? Опыт показывает, что при неподвижном изображении испытательной таблицы, образованной модуляцией луча кинескопа видеосигналом в 30 *в* (полный размах), помеха синусоидальной формы просматривается на экране, если она создает на модуляторе напряжение всего в 30 *мв* (полный размах). Таким образом, если соседние передатчики дают на входе телевизора одинаковые сигналы, то ослабление мешающего сигнала помехи должно быть не менее чем в 1 000 раз по напряжению (60 *дб*).

В разделе, посвященном описанию схем усилителей промежуточной частоты (УПЧ), будут подробно рассмотрены способы получения такого ослабления.

Теперь рассмотрим те частоты, на которых могут проникать сигналы соседних станций. Чтобы не иметь дела с большим количеством частот для всех каналов, мы выпишем лишь разности между мешающими частотами и соответствующими несущими частотами (знак «+» перед разностью показывает, что мешающая частота выше несущей, а знак «—» показывает, что она ниже несущей):

1) —1,5 *Мгц*; 2) —3,0 *Мгц*; 3) —8,0 *Мгц*; 4) —9,5 *Мгц*; 5) +6,5 *Мгц*; 6) +8,0 *Мгц*; 7) +9,5 *Мгц*.

Эти данные, легко получаемые из рассмотрения рис. 19, понадобятся нам при обосновании формы частотной характеристики канала изображения.

Мы совершенно не касаемся вопроса о помехах звуковому каналу со стороны соседних станций, во-первых, потому, что эти помехи невелики, и, во-вторых, потому, что звуковой канал благодаря использованию частотной модуляции может быть хорошо защищен от целого ряда помех.

Теперь следует рассмотреть ряд важных вопросов, касающихся общих принципов построения телевизора. Прежде всего отметим, что все современные телевизоры построены по супергетеродинной схеме, так же как и все радиовещательные приемники. Лишь телевизор КВН-49 имеет схему прямого усиления. Переход к супергетеродинной схеме объясняется тем, что только в такой схеме можно сравнительно легко получить «многоканальность» телевизора (современные телевизоры могут принимать передачи на любом из 12 каналов), а также тем, что супергетеродинная схема позволяет получить большие усиления каналов изображения и звука (до 3—6 млн.).

Как известно, частота гетеродина может быть либо выше, либо ниже несущей частоты. Совершенно очевидно, что выбор положения частоты гетеродина зависит в сильной степени от величины промежуточных частот. В результате ряда исследований установлены и рекомендованы следующие промежуточные частоты: промежуточная несущая частота изображения 34,25 *Мгц*, промежуточная несущая частота звука 27,75 *Мгц*. Эти частоты однозначно определяют частоту гетеродина. Чтобы найти частоту колебаний гетеродина, надо к несущей частоте канала прибавить промежуточную несущую частоту (для 1-го канала $f_{гет}$=49,75 *Мгц*+34,25 *Мгц*=84 *Мгц*).

Надо иметь в виду, что при гетеродинировании происходит переворачивание спектра частот сигнала. На рис. 20 (деталь *1*) показан спектр сигнала передатчика 1-го канала. После преобразования в смесителе спектр оказывается как бы перевернутым. Звуковая несущая, которая ранее была выше несущей частоты изображения, теперь оказалась ниже. Необходимо знать, где располагаются те или иные участки спектра сигнала, так как различные частоты спектра должны быть усилены по-разному. Для сокращения полосы частот, занимаемой передатчиком в эфире,

передача ведется с частично подавленной нижней боковой полосой. Таким образом, создается как бы некоторый избыток энергии частот, близких к несущей. Иными словами, при детектировании такого сигнала

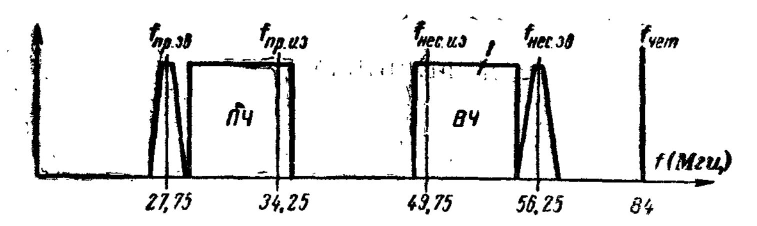


Рис. 20. «Зеркальное» расположение частотного спектра после преобразования.

будет иметь место искаженный спектр частот; это искажение состоит в том, что будет избыток низких частот. Чтобы устранить этот дефект, частотную характеристику канала изображения формируют так, как показано на рис. 21,*а*. То обстоятельство, что частотная характеристика телевизора пересекает несущую частоту на уровне примерно 0,5 при соответствующем наклоне этого спада, создает своеобразную компенсацию избытка энергии частот, близких к несущей частоте изображения передатчика.

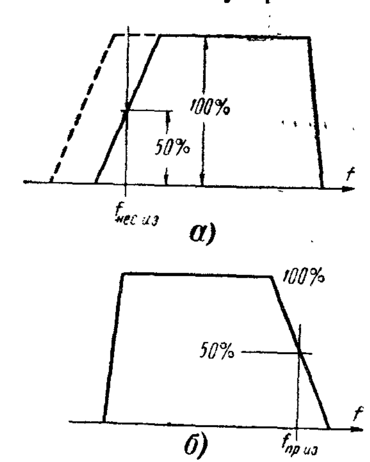


Рис. 21. Идеализированная форма частотной характеристики канала изображения.

На рис. 21,*б* показана характеристика тракта после преобразования сигналов в промежуточную частоту, при этом пологий спад уже находится с правой стороны, в области более высоких частот. До настоящего времени ведутся исследования по выбору оптимальной с точки зрения качества изображения формы этого спада.

Следует разъяснить, почему при рассмотрении общих вопросов необходимо сначала рассмотреть характеристики УПЧ. Дело в том, что частотная характеристика канала изображения несимметрична и имеет специальную форму. Кроме того, необходимо ввести ослабление на некоторых частотах, о которых говорилось выше. А это удобнее всего производить именно в канале УПЧ, так как эта часть тракта не перестраивается во время эксплуатации телевизора.

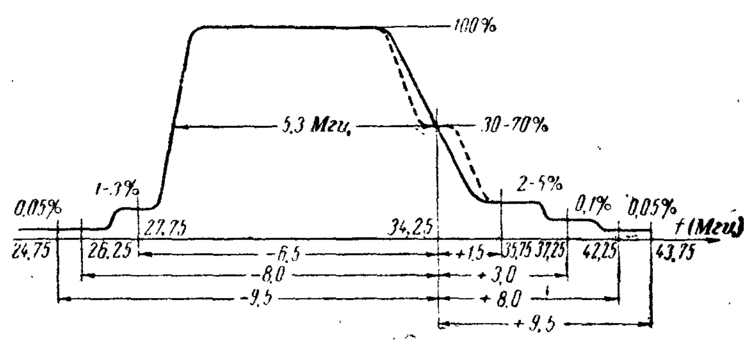


Рис. 22. Требование к форме частотной характеристики канала изображения.

Прежде чем рассмотреть детали частотной характеристики УПЧ, необходимо затронуть еще один важный вопрос, касающийся разностной частоты между несущими. Речь идет о мешающей частоте биений между несущей изображения и несущей звука 6,5 *Мгц*. Ослабление этого сигнала в тракте должно составлять 1 000 раз. Однако осуществлять это ослабление только в УПЧ нецелесообразно. Существует хороший способ построения звукового канала с использованием разностной частоты 6,5 *Мгц*. При этом звуковая несущая промежуточная частота 27,75 *Мгц* усиливается каналом изображения. Таким образом, не всегда желательно вводить очень большое ослабление в УПЧ на частоте 27,75 *Мгц*. Рассмотрим форму частотной характеристики УПЧ канала изображения (рис. 22). В связи с тем что при гетеродинировании спектр сигнала в УПЧ «переворачивается» (рис. 20), все мешающие частоты поменяют знаки на противоположные и расположатся так, как указано на рис. 22

стрелками. Несущая частота располагается на уровне 30—70% в зависимости от различных условий приема, в том числе и от качества антенно-фидерной системы приемника. В некоторых современных телевизорах («Рубин-102», «Темп-3») имеется специальный орган управления, с помощью которого зритель может сам устанавливать относительный уровень усиления несущей частоты в пределах от 20 до 100%. Это позволяет в ряде случаев найти оптимальное положение несущей частоты с точки зрения наилучшего изображения.

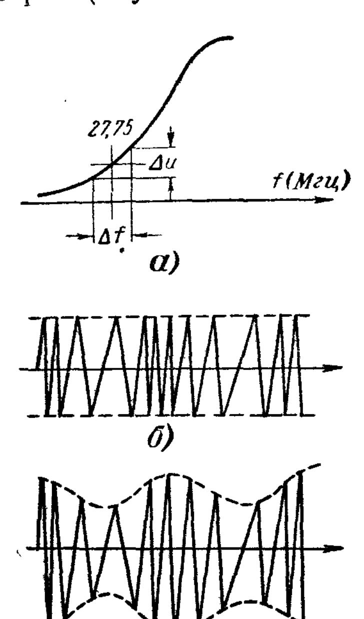


Рис. 23. Дискриминаторный эффект в канале изображения.

Большое значение для качества изображения имеют форма и наклон правого спада частотной характеристики УПЧ, который должен быть около 2 *Мгц*. Если правый спад характеристики УПЧ имеет форму, изображенную на рисунке пунктирной линией, т. е. для несущей частоты создается своего рода «площадка», то требования к наклону характеристики несколько иные. С формой правого фронта характеристики связаны требования к ослаблению на частотах, отстоящих от несущей частоты на +1,5 и +3,0 *Мгц*. Многочисленные попытки получить на частоте 35,75 *Мгц* большое ослабление неизбежно приводят к увеличению крутизны правого спада характеристики, что ухудшает изображение. То же самое, но в меньшей степени, относится и к частоте 37,25 *Мгц*. Поэтому конструкторы телевизоров вынуждены несколько уменьшать ослабление на этих частотах с целью сохранения качества изображения. Что касается частот, удаленных от несущей на +8,0 и +9,5 *Мгц*, то здесь, как правило, все обстоит благополучно настолько, что иногда даже и не проверяют избирательность на этих частотах. Однако в некоторых случаях, например при применении режекторных контуров для формирования избирательности, на этих частотах могут появиться подъемы частотной характеристики, достигающей уровня 30% и более.

Теперь обратимся к левому спаду частотной характеристики, который соответствует верхним частотам высокочастотного спектра сигнала. Обычно протяженность левого ската лежит в пределах 0,3—0,7 *Мгц*. Частота 27,75 *Мгц* также подвергается ослаблению. Кроме того, для всего спектра частот звука усиление в канале изображения должно быть одинаковым, т. е. должна быть сформирована равномерная «площадка», как показано на рис. 22. Это необходимо для того, чтобы избежать дискриминаторного эффекта, который может появиться, если характеристика УПЧ для звуковых частот будет иметь наклон.

Рассмотрим несколько подробнее этот процесс. Пусть в области частоты 27,75 *Мгц* частотная характеристика имеет вид, показанный на рис. 23,*а*. Изменению приходящей частоты на Δf [*Мгц*] соответствует изменение амплитуды этого сигнала на Δ*u* [*в*]. Частотно-модулированный сигнал (рис. 23,*б*) со средней частотой 27,75 *Мгц*, проходя через УПЧ с такой характеристикой, приобретет паразитную амплитудную модуляцию. Действительно, частоты, бо́льшие, чем 27,75 *Мгц*, будут усиливаться несколько больше, чем частоты, меньшие 27,75 *Мгц*. В результате этого на видеодетектор поступит амплитудно-модулированное колебание (рис. 23,*в*). Огибающая этого колебания, как легко установить, меняется в такт со звуком. Таким образом, на модулятор кинескопа поступит помеха в виде низкочастотного звукового колебания, что вызовет на экране искажения в виде горизонтальных темных и светлых полос, флуктуирующих в такт со звуком.

Посмотрим, каким образом можно использовать разностную частоту 6,5 *Мгц* между несущими изображения и звука для образования звукового канала. Напомним, что это разность постоянна для всех теле-

визионных каналов. Очевидно также, что и в канале промежуточной частоты разность между промежуточными несущими также равна 6,5 *Мгц* (34,25 *Мгц* — —27,75 *Мгц*=6,5 *Мгц*). Пусть оба сигнала — амплитудно-модулированная промежуточная несущая изображения и частотно-модулированная промежуточная несущая звука (рис. 24,*а* и *б*) поступают на видеодетектор. Так как детектор представляет собой нелинейный элемент, то в нагрузочной цепи детектора появится вместе с другими сложными колебаниями разностная частота биений между несущими звука и изображения. При этом, естественно, колебание с частотой 6,5 *Мгц* будет модулировано по частоте как несущая звука 27,75 *Мгц* и по амплитуде как несущая изображения 34,25 *Мгц* (это колебание условно показано на рис. 24,*в*). Можно так подобрать параметры детектора и соотношение между сигналами, чтобы нежелательный эффект амплитудной модуляции был слабо выражен. Эта разностная частота, несущая полезную информацию о звуке в виде частотной модуляции, подается в звуковой канал.

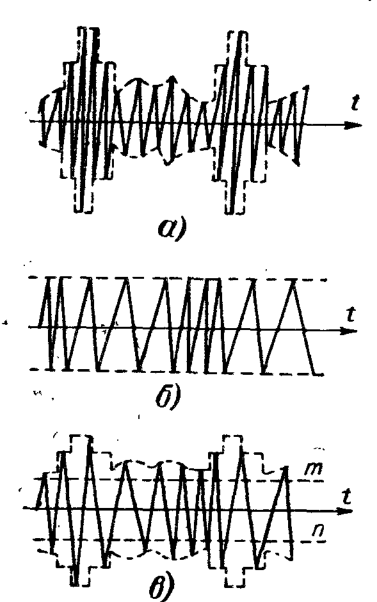


Рис. 24. Выделение разностной частоты 6,5 *Мгц*.

Чтобы паразитная амплитудная модуляция не вызывала характерного фона (гудения), поднесущую частоту 6,5 *Мгц* подвергают амплитудному ограничению. В специальном каскаде (ограничителе) «вырезается» и используется часть сигнала, лежащая между определенными уровнями (уровни *m* и *n* на рис. 24,*в*). Все изложенные соображения принимаются во внимание при конструировании телевизора.

В большинстве современных телевизоров предусмотрена возможность приема передач УКВ станций. Эти передачи, так же как и звуковое сопровождение телевизионных передач, ведутся с помощью частотной модуляции, позволяющей получить хорошее качество звучания при высокой чувствительности и помехоустойчивости приемника.

Несущие частоты станций УКВ ЧМ вещания располагаются в диапазоне частот 64,5—73,0 *Мгц*. Очевидно, в телевизоре необходимо иметь преобразователь, который перевел бы несущую частоту станции УКВ в промежуточную частоту звука — 27,7 или 6,5 *Мгц* в зависимости от схемы звукового канала. Эту функцию может выполнить основной преобразователь радиоканала (как, например, в телевизоре «Темп-2») или можно использовать специальный преобразователь («Темп-3», «Рубин-А» и др.). Имеется ряд других путей использования телевизора для приема УКВ ЧМ сигналов, однако в настоящее время установилась схема телевизора с использованием специального блока УКВ ЧМ, который также можно встретить в обычных широковещательных приемниках, приспособленных к приему УКВ ЧМ станций.

Довольно самостоятельное место в телевизоре занимают каскады синхронизации, схема построения которых установилась и почти во всех телевизорах одинакова. Сначала в цепях синхронизации происходит отделение сигналов синхронизации от общего видеосигнала, затем из синхросмеси выделяются сигналы для управления кадровой разверткой и сигналы для управления строчной разверткой. Это разделение возможно благодаря тому, что в синхросигнале имеется различие в длительностях строчных и кадровых импульсов синхронизации.

Каскады разверток, помимо своего основного назначения — выработки пилообразных токов в отклоняющих катушках, выполняют некоторые вспомогательные функции. Например, импульсы кадровой развертки используются для гашения луча кинескопа на время обратного хода по кадрам; возникающие в анодной цепи выходной лампы строчной развертки высоковольтные импульсы применяются для получе-

ния постоянного ускоряющего напряжения питания кинескопа; импульсы строчной развертки обеспечивают работу некоторых схем АРУ и т. д.

4. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СХЕМАХ СОВРЕМЕННЫХ ТЕЛЕВИЗОРОВ

На рис. 25 изображена функциональная схема, которая соответствует почти всем современным телевизорам. Телевизионный сигнал, принятый антенной, поступает через фидерное устройство на вход телевизора, входная цепь которого выделяет сигнал избран-

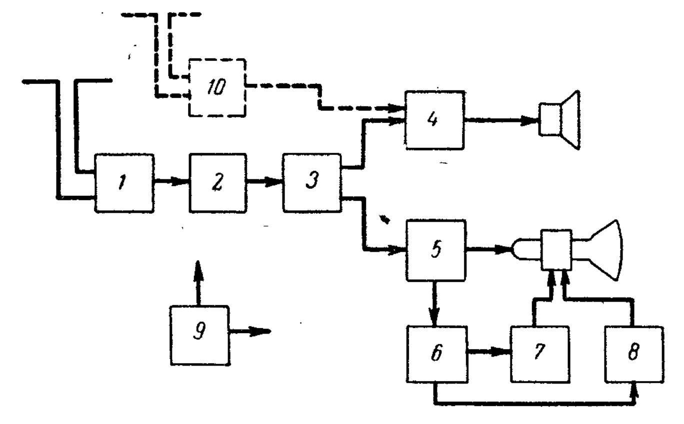


Рис. 25. Типичная функциональная схема телевизора.

1 — цепи избирательности программ; *2* — общие цепи; *3* — каскад разделения звука и изображения; *4* — звуковой канал; *5* — канал изображения; *6* — цепи синхронизации; *7* — кадровая развертка; *8* — строчная развертка; *9* — блок питания; *10* — блок приема УКВ ЧМ станций.

ной телезрителем программы. Затем в некоторой части тракта сигналы изображения и звукового сопровождения проходят неразделенными (блок *2*). В случае использования разностной частоты между несущими этими общими цепями являются в основном УПЧ канала изображения. Затем сигналы звука и изображения отделяются друг от друга и направляются в свои каналы. Блоки *1*, *2*, *3*, *4* и *5* (рис. 25) образуют так называемую радиочасть телевизора в том смысле, что в этих блоках проходит и обрабатывается принятый антенной радиосигнал.

Видеосигнал с того или иного участка канала изображения подается на каскады синхронизации (блок *6*), которые управляют развертками (блоки *7* и *8*). Блок питания *9* обеспечивает необходимыми напряжениями и токами все цепи.

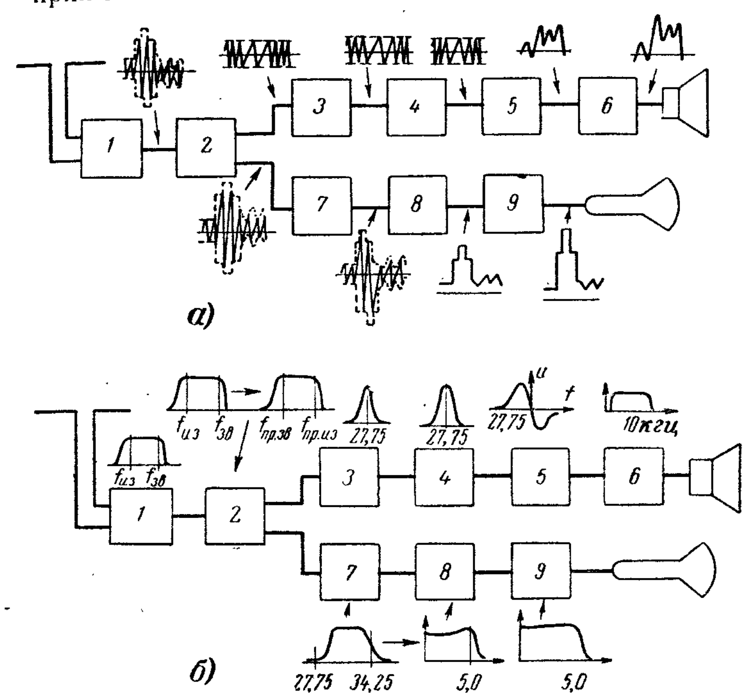


Рис. 26. Функциональная схема радиоканалов.

1 — УВЧ; *2* — преобразователь; *3* — УПЧ канала звука; *4* — ограничитель; *5* — частотный детектор; *6* — УНЧ; *7* — УПЧ канала изображения; *8* — видеодетектор; *9* — видеоусилитель.

Для приема сигналов УКВ ЧМ станций, как правило, используется отдельный блок *10*, который подключается лишь на время приема УКВ ЧМ к входу канала звука.

Рассмотрим подробнее блок-схемы построения радиоканалов. На рис. 26,*а* показана более подробная функциональная схема этой части телевизора. По такой схеме работают телевизоры «Темп», «Темп-2» и др. Особенностью этой схемы является разделение

каналов звука и изображения непосредственно после преобразователя. На рис. 26,*а* показано, как меняется форма сигнала при прохождении его по различным участкам тракта.

На рис. 26,*б* показаны частотные характеристики отдельных участков тракта, а также те процессы, ко-

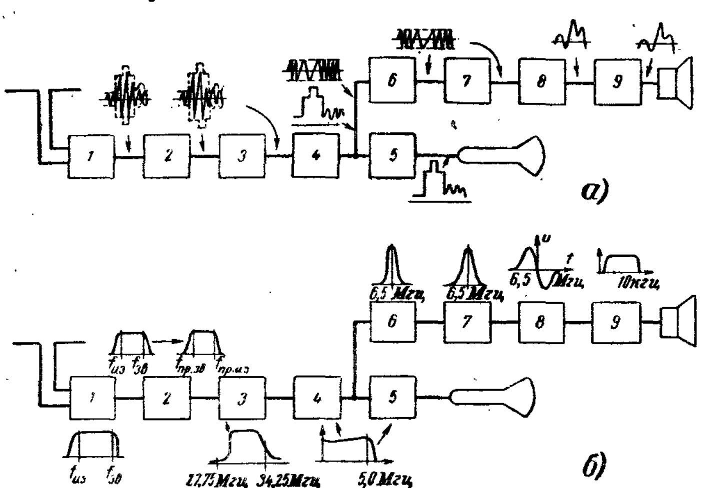


Рис. 27. Функциональная схема радиоканалов.

1 — УВЧ; *2* — преобразователь; *3* — УПЧ канала изображения; *4* — видеодетектор; *5* — УВС; *6* — УПЧ канала звука; *7* — ограничитель; *8* — частотный детектор; *9* — УНЧ.

торые происходят в смесителе (блок *2*), видеодетекторе (блок *8*) и частотном детекторе (блок *5*). Здесь также видно, где происходит «переворачивание» спектров по частоте.

Теперь рассмотрим построение блок-схемы радиотракта с использованием частоты биений (разностной частоты) между несущими изображения и звука (рис. 27).

Почему следовало перейти к использованию этой новой схемы?

Телевизоры более позднего выпуска (1956—1957 гг.) обеспечивали возможность приема передач в любом из 12 принятых в СССР телевизионных каналов. Например, для приема 10-го канала частота гетеродина должна быть равна 242,5 *Мгц*. Такую срав-

нительно высокую частоту довольно трудно стабилизировать простыми средствами. При прогреве телевизора меняются параметры колебательной системы гетеродина, что неминуемо вызывает уход частоты гетеродина. Обычная в этих случаях расстройка частоты колебаний гетеродина на ±150 *кгц* не заметна для широкополосного сигнала изображения, но что касается звукового сигнала, то такой уход частоты гетеродина также вызовет уход промежуточной несущей частоты звука на ±150 *кгц*, что может привести к серьезным потерям усиления сигнала звука, так как полоса пропускания звукового канала должна составлять примерно 200—300 *кгц*. В телевизоре «Темп-2» пришлось расширить полосу пропускания звукового канала до 1 *Мгц*, что, конечно, ухудшило параметры звукового тракта. При нормальной полосе пропускания в 200—300 *кгц* телезритель будет вынужден часто подкручивать ручку гетеродина, что, естественно, нежелательно. Недостаток этот ликвидируется в другой схеме (рис. 27) благодаря тому, что вне зависимости от частоты гетеродина разностная частота биений между несущими звука и изображения постоянна и поддерживается в достаточно жестких границах на самих передатчиках. Таким образом, в этой схеме можно ослабить требования к стабильности частоты гетеродина.

5. ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ БЛОКА СИНХРОНИЗАЦИИ И РАЗВЕРТОК

Изображенная на рис. 28 функциональная схема отражает работу блока синхронизации и разверток. Указанные на рисунке блоки имеются в каждом телевизоре. Как правило, видеосигнал сначала поступает на амплитудный селектор *1*, где происходит отделение синхросигнала от полного телевизионного сигнала.

Затем сигнал синхронизации поступает на каскад *2*, где происходит выделение полукадрового сигнала синхронизации, представляющего собой последовательность импульсов с частотой повторения 50 *гц*. Эта серия импульсов управляет работой задающего генератора кадровой развертки *3*. В качестве задающего генератора применяются блокинг-генераторы или мультивибраторы. На выходе этой ступени обыч-

но имеется пилообразное напряжение, которое подается на выходной каскад кадровой развертки *4*.

С выхода блока *2* синхросигнал подается для управления работой задающего генератора строчной развертки *5*, на выходе которого образуется пилообразное напряжение с частотой повторения импульсов 15 625 *гц*. Выходной каскад строчной развертки *6*

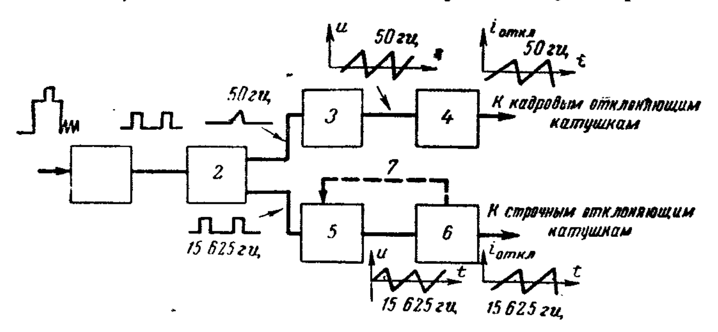


Рис. 28. Функциональная схема блока разверток и синхронизации.

1 — амплитудный селектор; *2* — временной селектор; *3* — задающий генератор кадровой развертки; *4* — выходной каскад кадровой развертки; *5* — задающий генератор строчной развертки; *6* — выходной каскад строчной развертки; *7* — обратная связь инерционной фазовой автоподстройки колебаний строчной развертки.

вырабатывает пилообразный ток строчной частоты в строчных отклоняющих катушках.

В последнее время широкое распространение получила так называемая инерционная схема строчной синхронизации. Эта схема применяется потому, что при очень высокой чувствительности телевизора синхросигнал, так же как и сигнал изображения, искажен шумовыми напряжениями. Например, при чувствительности телевизора около 10 *мкв* мощность шумов равна мощности видеосигнала на выходе канала изображения.

Естественно, в этих условиях фронты синхронизирующих импульсов уже не могут быть использованы для получения хорошей синхронизации, так как они благодаря наложению случайного шумового процесса хаотическим образом смещаются во времени. Однако в среднем за большой отрезок времени моменты времени, соответствующие фронтам синхроимпульсов, не

уходят далеко от некоторого среднего момента времени. Иными словами, средняя частота повторения моментов синхронизации (фронтов) постоянна. Это и используется для синхронизации.

Задающий генератор строчной развертки в этих схемах управляется уже не каждым строчным импульсом, а некоторым постоянным напряжением, которое по своей величине соответствует средней частоте повторения синхроимпульсов. Достоинством этой схемы является ее инерционность, т. е. если по каким-либо причинам несколько строк изображения будет утеряно (сильно ослаблено помехой), то строчная развертка не выйдет из синхронизации и будет продолжать нормально работать.

Инерционные схемы синхронизации, в основном предназначенные для повышения шумоустойчивости синхронизации, увеличивают также и помехоустойчивость ее.

6. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СХЕМЫ ОТДЕЛЬНЫХ ТЕЛЕВИЗОРОВ

В заключение этой главы рассмотрим несколько функциональных схем телевизоров. Усложнения схем

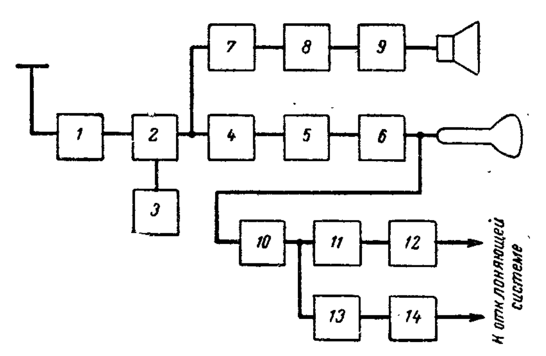


Рис. 29. Функциональная схема телевизора «Т-1 Москвич».

1 — УВЧ (прием первого телевизионного канала и ЧМ в диапазоне 45—47 *Мгц*); *2* — смеситель; *3* — гетеродин; *4* — УПЧ канала изображения; *5* — видеодетектор; *6* — УВС; *7* — УПЧ канала звука и ограничитель; *8* — дискриминатор; *9* — УНЧ; *10* — амплитудный селектор; *11* — блокинг-генератор кадров; *12* — выходной каскад кадров; *13* — блокинг-генератор строк; *14* — выходной каскад строчной развертки.

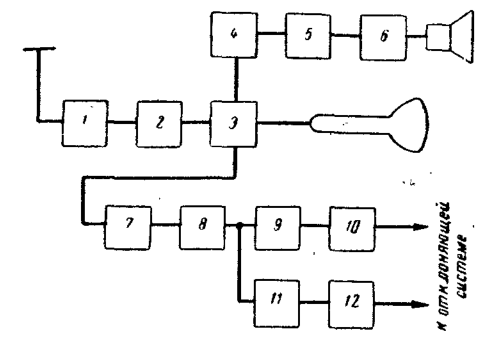


Рис. 30. Функциональная схема телевизора КВН-49-4.

1 — УВЧ (с переключателем на первые три телевизионных канала); *2* — видеодетектор; *3* — УВС; *4* — УПЧ звука и ограничитель; *5* — дискриминатор; *6* — УНЧ; *7* — усилитель-ограничитель видеосигнала; *8* — амплитудный селектор; *9* — блокинг-генератор кадров; *10* — выходной каскад кадров; *11* — блокинг-генератор строк; *12* — выходной каскад строк.

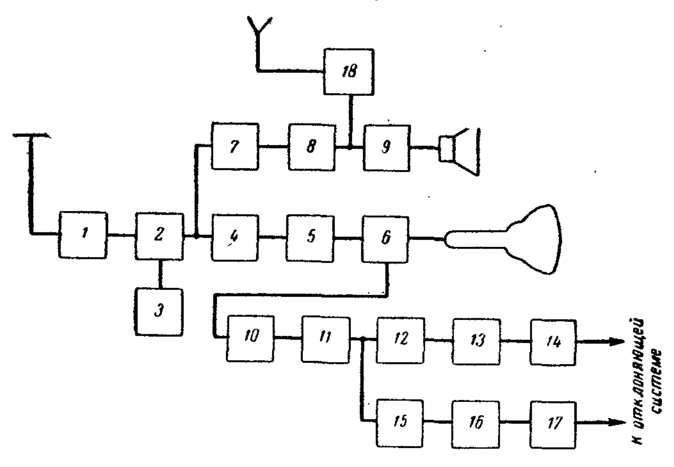


Рис. 31. Функциональная схема телевизора «Т-2 Ленинград».

1 — УВЧ с переключателем на первые три телевизионных канала и УКВ ЧМ станции в диапазоне 65 *Мгц*; *2* — смеситель; *3* — гетеродин; *4* — УПЧ канала изображения; *5* — видеодетектор; *6* — УВС; *7* — УПЧ звука; *8* — дискриминатор; *9* — УНЧ; *10* — усилитель-ограничитель видеосигнала; *11* — амплитудный селектор; *12* — каскад формирования импульса синхронизации по кадрам; *13* — блокинг-генератор кадров; *14* — выходной каскад кадров; *15* — усилитель строчных синхроимпульсов; *16* — блокинг-генератор строк; *17* — выходной каскад строк; *18* — радиоприемник.

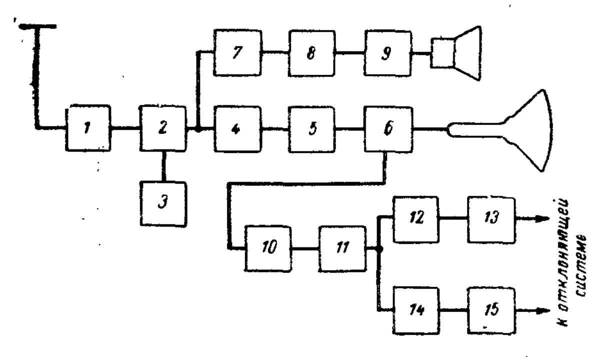


Рис. 32. Функциональная схема телевизора «Темп».

1 — УВЧ (прием одной из первых пяти программ); *2* — смеситель; *3* — гетеродин; *4* — УПЧ канала изображения; *5* — видеодетектор; *6* — УВС; *7* — УПЧ звукового канала; *8* — дискриминатор; *9* — УНЧ; *10* — амплитудный селектор; *11* — усилитель синхроимпульсов; *12* — блокинг-генератор кадров; *13* — выходной каскад кадровой развертки; *14* — блокинг-генератор строк; *15* — выходной каскад строк.

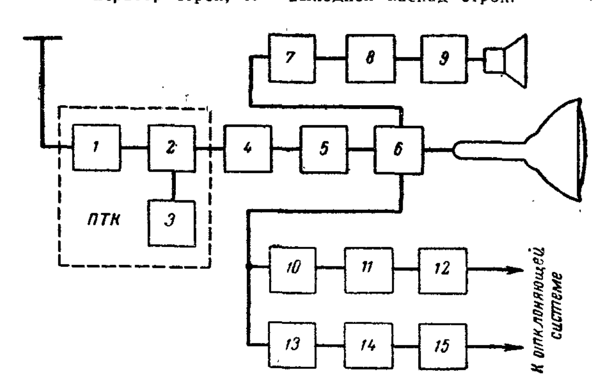


Рис. 33. Функциональная схема телевизора «Темп-2».

1 — УВЧ (переключатель на пять каналов и три поддиапазона УКВ ЧМ 64,5—73 *Мгц*); *2* — смеситель; *3* — гетеродин; *4* — УПЧ канала изображения; *5* — видеодетектор; *6* — УВС; *7* — УПЧ канала звука и ограничитель; *8* — дискриминатор; *9* — УНЧ; *10* — амплитудный селектор; *11* — усилитель синхроимпульсов; *12* — блокинг-генератор кадров; *13* — выходной каскад кадровой развертки; *14* — блокинг-генератор строк; *15* — выходной каскад строчной развертки.

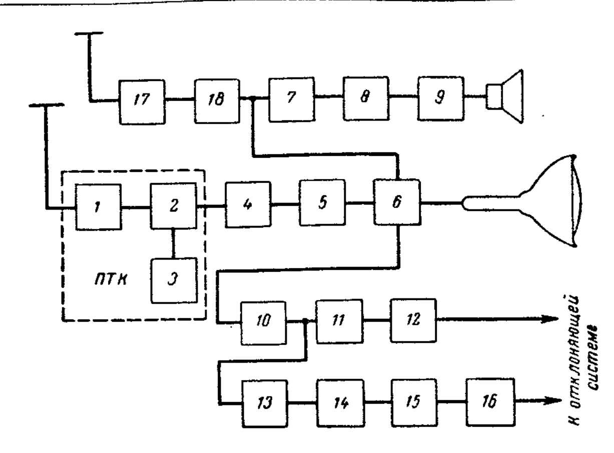


Рис. 34. Функциональная схема телевизора «Темп-3».

1 — УВЧ на 12 каналов; *2* — смеситель; *3* — гетеродин; *4* — УПЧ канала изображения; *5* — видеодетектор; *6* — УВС; *7* — УПЧ звукового канала и ограничитель; *8* — дробный детектор; *9* — УНЧ; *10* — амплитудный селектор; *11* — блокинг-генератор кадров; *12* — выходной каскад кадровой развертки; *13* — усилитель строчных синхроимпульсов; *14* — фазовый дискриминатор; *15* — блокинг-генератор строк; *16* — выходной каскад строчной развертки; *17* — усилитель высокой частоты УКВ ЧМ блока; *18* — преобразователь УКВ ЧМ блока.

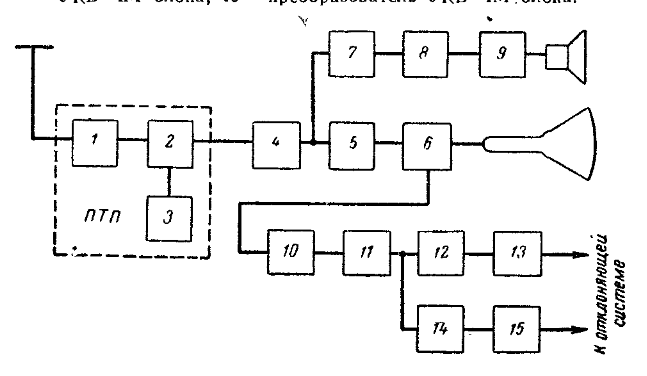


Рис. 35. Функциональная схема телевизора «Знамя-58».

1 — УВЧ; *2* — смеситель; *3* — гетеродин; *4* — УПЧ канала изображения; *5* — видеодетектор; *6* — УВС; *7* — УПЧ канала звука; *8* — дискриминатор; *9* — УНЧ; *10* — амплитудный селектор для кадровых импульсов; *11* — блокинг-генератор кадров; *12* — выходной каскад кадровой развертки; *13* — амплитудный селектор для строчных импульсов; *14* — блокинг-генератор строчной развертки; *15* — выходной каскад строчной развертки.

были вызваны не только увеличением числа телевизионных каналов, но и стремлением повысить качество изображения, звука и синхронизации, чувстви-

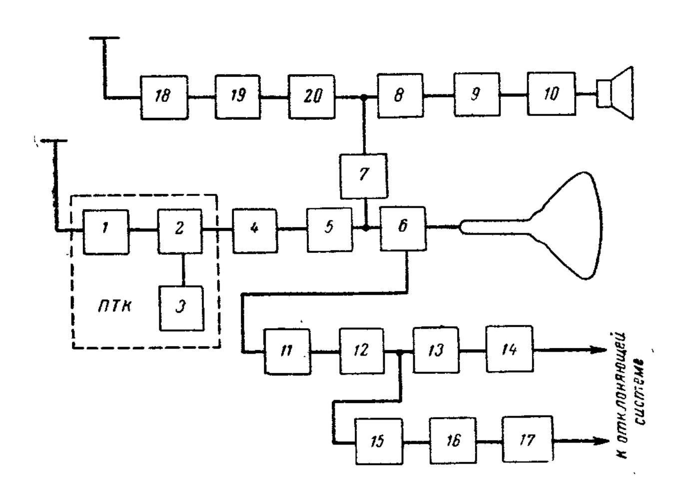


Рис. 36. Функциональная схема телевизора «Рубин-102».

1 — УВЧ; *2* — смеситель; *3* — гетеродин; *4* — УПЧ канала изображения; *5* — видеодетектор; *6* — УВС; *7* — диодный смеситель для выделения поднесущей 6,5 *Мгц*; *8* — УПЧ звука и ограничитель; *9* — дробный детектор; *10* — УНЧ; *11* — амплитудный селектор; *12* — усилитель синхросигналов; *13* — блокинг-генератор кадровой развертки; *14* — выходной каскад кадровой развертки; *15* — фазовый дискриминатор; *16* — мультивибратор строчной развертки; *17* — выходной каскад строчной развертки; *18* — УВЧ канала приема УКВ ЧМ станций; *19* — первый преобразователь УКВ ЧМ; *20* — второй преобразователь УКВ ЧМ.

тельность телевизора, а также упростить и облегчить условия эксплуатации.

Из рассмотрения схем, показанных на рис. 29—34, видно, по каким путям шло развитие схем телевизионных приемников.

Кроме того, приведены функциональные схемы двух современных советских телевизоров «Знамя-58» и «Рубин-102» (рис. 35 и 36).

ГЛАВА ТРЕТЬЯ

ПРОЦЕССЫ, ПРОИСХОДЯЩИЕ В ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЦЕПЯХ СХЕМЫ ТЕЛЕВИЗОРА

В этой главе будет рассмотрена работа ряда характерных цепей телевизора, а также некоторые радиотехнические понятия для облегчения анализа процессов, происходящих в различных цепях телевизора.

7. ВНУТРЕННЕЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ИСТОЧНИКА НАПРЯЖЕНИЯ

Важным электротехническим понятием является понятие о внутреннем сопротивлении источника напряжения. Если зажечь от батарейки для карманного фонаря несколько лампочек, то выяснится, что чем больше лампочек подключают параллельно выводам батарейки, тем они горят слабее, тем меньшее напряжение отдает батарейка. Это явление можно объяснить, полагая, что эквивалентная электрическая схема батарейки содержит некоторое сопротивление R (рис. 37,*б*).

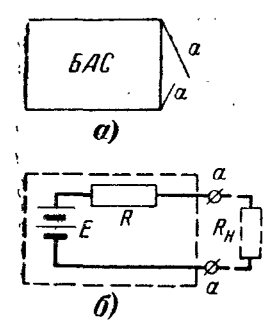


Рис. 37. Источник э. д. с. (*а*) и его эквивалентная схема (*б*).

Если к выводам *аа* батарейки (рис. 37) подключить нагрузочное сопротивление $R_н$, то ток потечет и по сопротивлению R. Чем меньше $R_н$, т. е. чем больший ток необходимо получить от батарейки, тем больше падения напряжения создается на R, следовательно, тем меньше будет напряжение между точками *аа*. Если сопротивление $R_п$ бесконечно велико, то ток по сопротивлению R не протекает, и напряжение между выводами *аа* в точности равно напряжению идеальной батареи E (электродвижущей силе, э. д. с.).

Это эквивалентное сопротивление R и является внутренним сопротивлением источника. Идеальный источник E имеет нулевое внутреннее сопротивление. Вся батарейка (рис. 37,*а*) в электротехническом смысле эквивалентна схеме, обведенной пунктиром на рис. 37,*б*.

Непосредственным источником напряжения для анодной цепи каскада является батарея $E_а$ (рис. 38,*а*), однако при рассмотрении работы каскада с точки зрения высоких частот полезно в качестве источника напряжения принять часть схемы, лежащую слева от

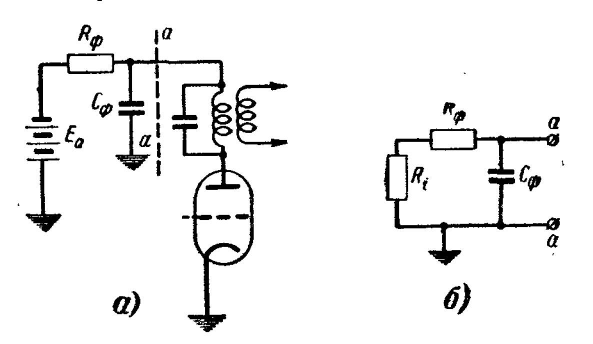


Рис. 38. Схема питания анодной цепи каскада (*а*) и ее эквивалентная схема (*б*).

точек *аа*. Таким образом, внутренним сопротивлением источника будет полное сопротивление схемы между точками *аа*, если отбросить нагрузку, т. е. правую часть схемы (рис. 38,*б*). Сопротивление R_i эквивалентно внутреннему сопротивлению батареи $E_а$. Поэтому внутреннее сопротивление источника оказывается не чисто активным (состоящим из одних сопротивлений), так как в его состав входит реактивный элемент $C_ф$.

8. ДЕЛИТЕЛИ НАПРЯЖЕНИЯ

Часто требуется уменьшить какое-либо напряжение, не изменяя его формы. Для этого используют делители напряжения с применением сопротивлений, конденсаторов и индуктивностей.

Делитель на сопротивлениях (рис. 39,*а*) уменьшает напряжение любой формы без ее искажения, чего нельзя сказать о делителях на L и C. При этом, конечно, форма напряжения не искажается только в том случае, если внутреннее сопротивление источника чисто активно или равно нулю.

Делители на L и C могут без искажения уменьшать лишь синусоидальное напряжение. Можно показать, что синусоидальное напряжение, или синусоидальный ток, является единственной формой колебаний, которые не меняют своей формы при прохождении через цепи LRC любой сложности. Речь идет о так называемом установившемся процессе, который соот-

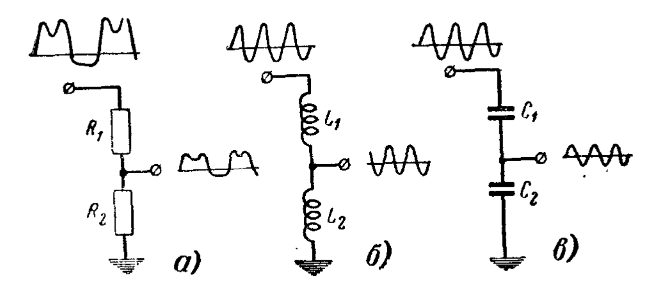


Рис. 39. Схема делителей напряжения.

ветствует бесконечно длительному протеканию явления. Поэтому эти делители (рис. 39,*б* и *в*) не искажают форму синусоидального напряжения при любых характерах внутренних сопротивлений источников.

Цепи RC и RL также можно использовать в качестве неискажающего делителя, но только для синусоидального напряжения. Что касается цепи LC, то она обладает рядом дополнительных важных свойств и иногда из делителя может превратиться в усилитель напряжения. Эта цепь будет рассмотрена отдельно.

9. РАБОТА ЦЕПИ *RC*

Наиболее часто в схемах телевизоров встречается цепь RC (рис. 40,*а* и *б*).

Рассмотрим воздействие цепи RC, изображенной на рис. 40,*а*, на напряжение прямоугольной формы, поданное от источника с нулевым внутренним сопротивлением. До момента времени t_1 на входных зажимах цепи напряжение равно нулю, значит и на выходных зажимах оно тоже равно нулю. В момент времени t_1 напряжение на входных зажимах скачком увеличилось до величины E. Каким же станет в этот момент времени напряжение на конденсаторе C?

Необходимо отметить, что напряжение на емкости не может мгновенно измениться. Иными словами, емкость стремится сохранить свой заряд, т. е. разность потенциалов между обкладками. Следовательно, в начальный момент времени t_1 напряжение на выходе цепи равно нулю, и все входное напряжение $u_{вх}$ оказывается приложенным к сопротивлению R.

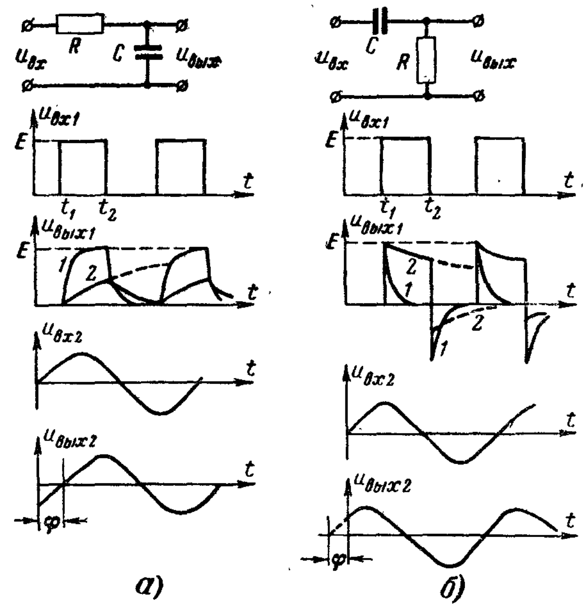


Рис. 40. Интегрирующая цепь и ее работа (*а*) и дифференцирующая цепь и ее работа (*б*).

Это похоже на то, что в момент времени t_1 сопротивление конденсатора C равно нулю.

Затем напряжение на конденсаторе C начинает более или менее быстро возрастать. Если емкость конденсатора C мала, то он быстро зарядится до напряжения величиной E (кривая *1* рис. 40,*а*); если емкость конденсатора C велика, то к моменту окончания импульса (t_2) на конденсаторе окажется напряжение меньше E, и кривая заряда в этом случае пойдет ниже (кривая *2*). Пунктирной линией показано, как пошел бы заряд конденсатора, если бы импульс не кон-

чился в момент времени t_2, а был бы длительнее. На длительность процессов заряда, кроме емкости конденсатора C, оказывает влияние и сопротивление R. Чем больше это сопротивление, тем заряд происходит медленнее.

В момент времени t_2 импульс снимается и конденсатор C начинает разряжаться через сопротивление R и внутреннее сопротивление источника напряжения, причем чем больше сопротивление R, тем медленнее разряжается конденсатор C (кривая *2*).

Если к приходу следующего импульса конденсатор C полностью разрядится, то весь процесс начнется сначала. Если же к приходу следующего импульса на конденсаторе C останется какое-либо напряжение, то его надо обязательно учесть при анализе явлений.

На характер процесса в цепи RC при воздействии на нее прямоугольных импульсов влияет как величина емкости конденсатора C, так и величина сопротивления R. Кривая заряда целиком и полностью определяется произведением RC; это произведение имеет размерность времени и называется постоянной времени цепи RC. Конденсатор емкостью в 100 *пф* через сопротивление 100 *ком* (постоянная времени равна 100 *пф*$\times$100 *ком*$=10^{-5}$ *сек*) будет заряжаться от источника с нулевым внутренним сопротивлением точно так же, по той же кривой, что и конденсатор емкостью 5 000 *пф* через сопротивление 2 000 *ом* (постоянная времени также равна 10^{-5} *сек*).

В начальный момент времени t_1 (рис. 40,*а*) сопротивление конденсатора C равно нулю, следовательно, в этот момент времени входное сопротивление цепи равно R. Ясно, что для реальных источников напряжения в момент скачка напряжения произойдет уменьшение напряжения. Это особенно справедливо при малых величинах R. Таким образом, при выборе величин R и C это обстоятельство надо учитывать. За время, равное произведению RC, конденсатор заряжается примерно до 70% напряжения, поданного на вход цепочки.

Если на вход цепи RC подать синусоидальное напряжение, то благодаря инерционным свойствам емкости напряжение на выходе цепи RC будет сдвинуто по фазе на долю периода φ по отношению ко входно-

му напряжению. Этот сдвиг тем больше, чем больше произведение RCf, где f — частота синусоидального напряжения. Наибольший сдвиг, который цепь RC может произвести, составляет $1/4$ периода колебания; произойдет этот максимальный сдвиг либо когда частота f велика, либо когда постоянная времени RC очень велика. Помимо сдвигов по фазе, происходит уменьшение выходного напряжения без изменения формы. Это уменьшение также определяется произведением RC; чем это произведение больше, тем меньше получается выходное напряжение.

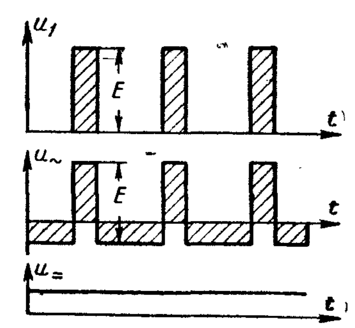


Рис. 42. Выделение постоянной составляющей.

Обратимся к другому виду соединения сопротивления и конденсатора CR цепи (рис. 40,*б*). На цепь CR напряжение подано от источника с нулевым внутренним сопротивлением, следовательно, в момент времени t_1, когда сопротивление конденсатора C равно нулю, входное сопротивление цепи равно R, и тогда напряжение на этом сопротивлении R в этот момент времени равно E. Затем начинается заряд конденсатора, следовательно, выходное напряжение начинает падать. Кривая выходного напряжения будет крутой (кривая *1*), если постоянная времени цепи CR мала, или пологой (кривая *2*), если постоянная времени велика.

Ясно, что при очень большой постоянной времени цепи выходное напряжение по форме почти точно повторяет входное напряжение. Такого рода цепи с очень большой постоянной времени применяют в качестве переходных цепей для межкаскадной связи.

Другая особенность CR цепи состоит в том, что цепь CR не пропускает так называемую постоянную составляющую. Серию импульсов u_1 (рис. 41) можно представить как сумму некоторой другой серии импульсов $u_\sim$ и постоянного напряжения $u_=$. Проведем нулевую линию на таком уровне, чтобы суммы площадей положительных участков и отрицательных участ-

ков кривой u_1 были равны между собой. В таком случае напряжение $u_=$, равное по величине отрицательным выбросам $u_\sim$, есть постоянная составляющая напряжения. Оказывается, что если цепь *CR* имеет очень большую постоянную времени, то при подаче на ее вход серии импульсов u_1 (рис. 41) на выходе будем иметь серию импульсов $u_\sim$, уже лишенную постоянной составляющей, которая не пройдет через конденсатор *C*. Предполагается, что импульсы воздействуют на цепь *CR* очень долго, т. е. имеет место стационарный, установившийся процесс.

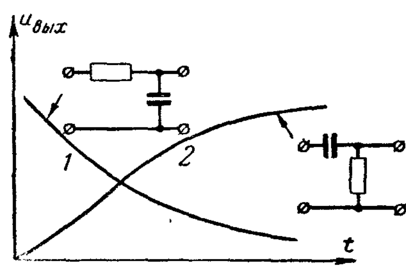


Рис. 42. Частотные характеристики *RC* цепей.

При прохождении через цепь *CR* синусоидального напряжения имеет место следующее явление: так как емкость *C* передает сопротивлению *R* не столько само входное напряжение, сколько величину, характеризующую скорость изменения входного напряжения, то на выходе наблюдается как бы эффект опережения напряжения на угол φ. На самом деле никакого опережения не происходит, так как следствие (выходное напряжение) никогда не может опередить причину (входное напряжение). Дело просто в том, что форма выходного напряжения остается синусоидальной, а сдвиг по фазе таков, что создается впечатление опережения. Можно с таким же успехом сказать, что выходное напряжение *CR* цепи не опережает входное напряжение, а отстает от него. Действительно, мысленно сдвигая выходное напряжение вправо, т. е. ликвидируя «отставание», можно получить полное совпадение обоих напряжений.

В заключение рассмотрим зависимость амплитуды выходного напряжения от частоты входного напряжения. Эти зависимости, называемые частотными характеристиками, для цепей *RC* и *CR* показаны на рис. 42, откуда видно, что интегрирующая *CR* цепь (кривая *1* на рис. 42) дает «завал» высоких частот,

в то время как дифференцирующая цепь (кривая *2* на рис. 42) лучше пропускает более высокие частоты, чем низкие.

10. РАБОТА ЦЕПИ *RL*

Кратко рассмотрим воздействие цепей, состоящих из *R* и *L*, на импульсы прямоугольной формы и синусоидальное напряжение. Процессы в цепи *RL* легко понять, если вспомнить свойство индуктивности препятствовать мгновенному изменению тока. Поэтому в момент времени t_1 (рис. 43,*а*), когда на входе напряжение скачком увеличивается до значения *E*, выходное напряжение равно нулю. Действительно, чтобы в этот момент времени на выходном сопротивлении *R* было напряжение, через него, так же как и через *L*, должен протекать ток, а этого быть не может,

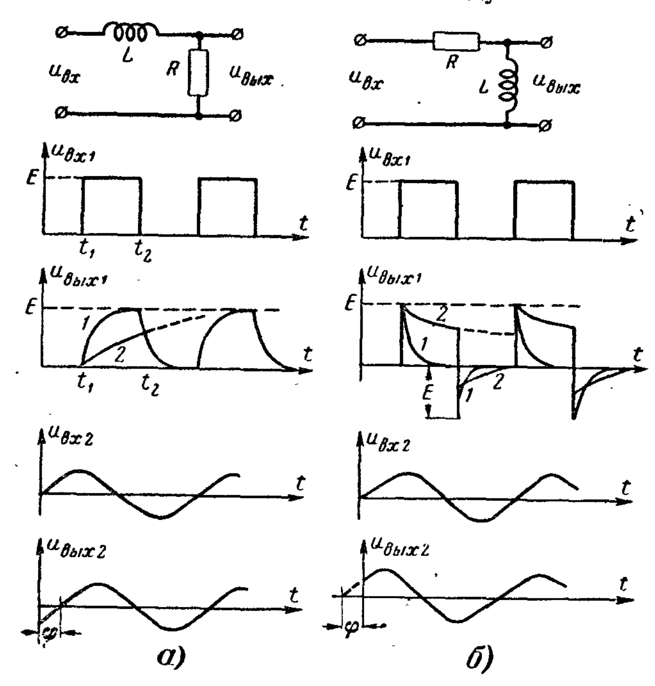


Рис. 43. Воздействие *RL* цепей на импульсные напряжения.

так как индуктивность L препятствует мгновенному изменению тока. После момента времени t_1 ток через индуктивность начнет постепенно увеличиваться. Этот процесс, который отражается изменением выходного напряжения, может происходить по кривой *1*, если индуктивность мала, или по кривой *2*, если индуктивность велика. Постоянная времени цепи RL определяется отношением L/R; чем больше L или меньше R, тем медленнее протекает процесс заряда и разряда индуктивности L током (в отличие от заряда C напряжением).

Подобно цепям RC ведет себя цепь LR по отношению к синусоидальному напряжению (рис. 43,*а*) — происходят уменьшение амплитуды и некоторый фазовый сдвиг выходного напряжения по отношению к входному. Частотная характеристика такой цепи аналогична характеристике, изображенной на рис. 42, (кривая *1*).

11. РАБОТА ЦЕПЕЙ *LC* и *LRC*

Цепи, в которых имеются индуктивность и емкость (рис. 44), обычно используют для воздействия и на синусоидальные напряжения или токи, поэтому рассмотрим сначала поведение простейшей цепи LC при подаче на ее вход гармонического синусоидального ко-

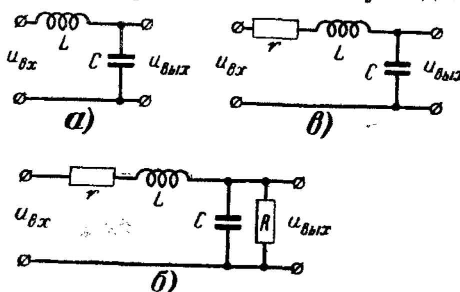


Рис. 44. Эквивалентные схемы LC цепей.

лебания. Источник входного напряжения имеет нулевое внутреннее сопротивление. Цепь, изображенная на рис. 44,*а*, представляет собой идеализированный случай в том смысле, что реальная индуктивность на эквивалентной схеме представляет собой последовательное соединение индуктивности L и сопротивле-

ния r, а реальная емкость — параллельное соединение «чистой» емкости C и сопротивления R. Таким образом, реальная LC цепь может быть представлена эквивалентной схемой на рис. 44,*б*.

Приближенно сопротивление r равно омическому сопротивлению катушки индуктивности (т. е. сопротивлению катушки постоянному току). Во всех рассматриваемых случаях сопротивлением R можно пренебречь, поэтому мы будем рассматривать цепь rLC, изображенную на рис. 44,*в*.

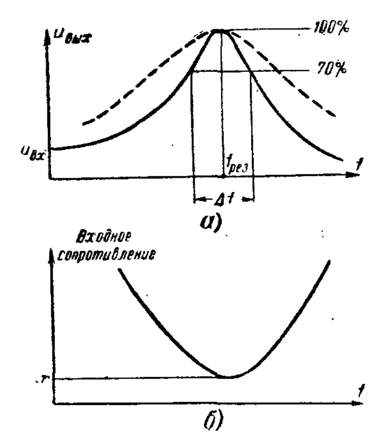


Рис. 45. Частотные характеристики последовательной R C цепи.

Отметим ряд важных свойств такой цепи. Если поддерживать амплитуду входного напряжения $u_{вх}$ постоянной и менять лишь его частоту, то амплитуда выходного напряжения будет меняться так, как показано на рис. 45,*а*. Частота, на которой выходное напряжение максимально, называется резонансной частотой контура. Замечательным является то, что выходное напряжение может быть во много раз больше входного. Максимальная величина выходного напряжения определяется величиной r (чем r больше, тем выходное напряжение при резонансе меньше, и наоборот). Из рис. 45,*а* видно, что при очень низких частотах конденсатор C представляет собой большое сопротивление и все входное напряжение оказывается на выходе. При очень высоких частотах из-за инерционности емкости конденсатора C его сопротивление высоким частотам уменьшается, поэтому уменьшается и выходное напряжение.

Явление резонанса на некоторых средних частотах объясняется тем, что в контуре происходит накопление энергии за счет источника входного напряжения, причем потери этой энергии на сопротивлении r малы по сравнению с накапливаемой.

Форма частотной кривой (рис. 45,*а*) характеризуется полосой частот Δf, измеренной на уровне 70% от наибольшего значения. Чем больше сопротивление *r*, тем кривая «тупее» (пунктирная линия). Рассмотрим зависимость величины входного сопротивления цепи от частоты (рис. 45,*б*). Оказывается, на резонансной частоте входное сопротивление минимально и равно численно *r*. Это явление используют в режекторных контурах для подавления мешающих частот в УПЧ.

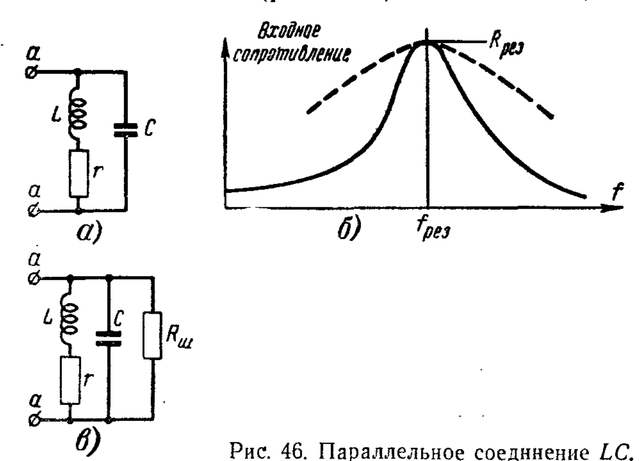


Рис. 46. Параллельное соединение *LC*.

Другой разновидностью контура *LC* является параллельный контур, схема которого изображена на рис. 46,*а*. Его входное сопротивление (между точками *аа*) максимально при резонансе (кривая 46,*б*).

Чем сопротивление *r* меньше, т. е. чем контур добротнее, тем резонансное сопротивление $R_{рез}$ больше. Иногда для получения более «тупой» характеристики (пунктир на рис. 46,*б*) параллельно контуру включают шунтирующее сопротивление $R_ш$ (рис. 46,*в*). Если $R_ш$ достаточно мало (например, для контуров УПЧ канала изображения малым считается сопротивление шунта в 1—2 *ком*), то резона́нсное сопротивление просто равно этому шунтирующему сопротивлению.

Параллельный контур (рис. 46) питается от источника с бо́льшим внутренним сопротивлением, так как малое внутреннее сопротивление источника сильно зашунтировало бы контур и лишило бы его всяких резонансных свойств.

Рассмотрим теперь поведение *rLC* контура при подаче на него импульсного напряжения. Соберем цепь, показанную на рис. 47,*а*. Замкнем ключ *К* и дадим возможность установиться различного рода переходным процессам (заряду индуктивности током, а конденсатору *С* — напряжением). Через достаточно большое время через индуктивность *L* и через сопротивление *r* будет течь ток, равный *E*/*r* (напомним, что омическое сопротивление индуктивности *L* равно нулю). Ток, протекающий по индуктивности *L*, образует магнитное поле, которое при изменении своей величины наведет в катушке э. д. с. Если теперь разомкнуть ключ *К*, то энергия, запасенная в контуре *LC* в виде магнитного поля вокруг катушки и напряжения на конденсаторе (величина этого напряжения, очевидно, равна *E*), вызовет колебательный процесс, который будет в общем случае протекать так, как показано на рис. 47,*б*. Если сопротивление потерь *r* мало, то колебания будут интенсивными и процесс будет затухать медленно, если же *r* достаточно велико, то будет иметь место уже не колебательный процесс, а апериодический (пунктирная кривая).

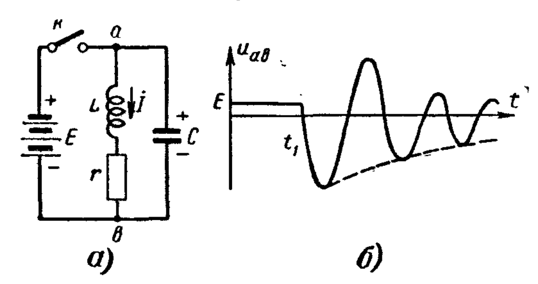


Рис. 47. Ударное возбуждение контура.

Такого рода ударное возбуждение контура используется, например, в схемах строчной развертки.

Укажем на один особый случай *RLC* комбинации, а именно контур с индуктивной связью (рис. 48,*а*). Если возбудить первичный контур, состоящий из L_1, C_1 и r_1, напряжением $u_{вх}$, то магнитное поле, возникшее вокруг катушки L_1, вызовет (наведет) в ка-

тушке L_2 э. д. с., которая в свою очередь создаст колебательный процесс во вторичном контуре и на выходе появится напряжение $u_{вых}$. Частотная характеристика такой цепи (зависимость выходного напряжения от частоты входного напряжения постоянной амплитуды) зависит от степени «близости» контуров между собой. Чем контуры ближе, тем частотная кри-

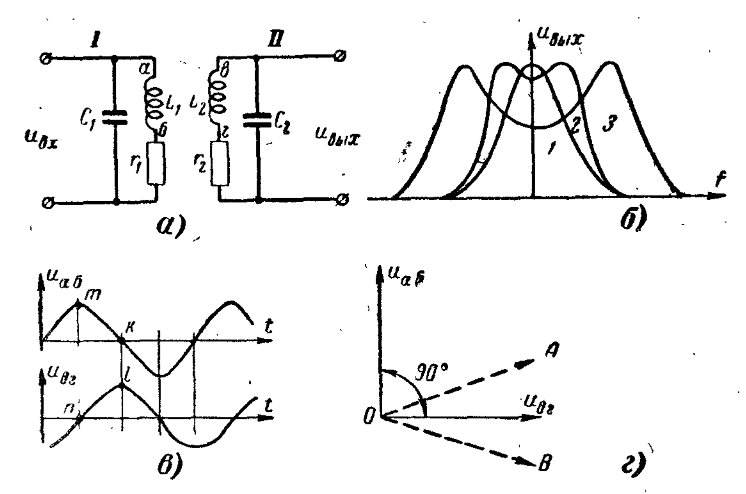


Рис. 48. Двухконтурный полосовой фильтр.

вая широкополоснее (на рис. 48,*б* кривая *3* соответствует большей связи, чем кривая *1*). Слово «близость» взято в кавычки, так как имеем в виду близость не в обычном геометрическом или физическом смысле, а электрическую близость, которую можно создавать с помощью магнитопровода, способного концентрировать в себе магнитный поток катушек L_1 и L_2. Обычный трансформатор также является многоконтурной системой с магнитопроводом в виде железа или магнитной керамики (оксифер в строчных трансформаторах).

Рассмотрим вопрос о некоторых фазовых соотношениях в этом контуре, которые нам пригодятся, когда мы будем рассматривать работу частотных детекторов. При возбуждении первичного контура на катушке L_1 образуется напряжение $u_{аб}$ (разность потенциалов, отсчитываемая от точки *а* к точке *б*). Ток катушки L_1 создаст магнитное поле, которое воздействует на витки катушки L_2. Оказывается, что напряжение, возникшее на L_2, тоже будет синусоидальным, как и входное, и сдвинуто по фазе по отношению к $u_{аб}$. Величина сдвига, оказывается, зависит от настройки вторичного контура. Если вторичный контур настроен точно в резонанс с частотой $u_{вх}$, то напряжение $u_{вг}$ сдвинуто по фазе точно на $^1/_4$ периода (рис. 48,*в*).

С физической точки зрения это можно объяснить следующим образом: в моменты времени, близкие к *m* (рис. 48,*в*), т. е. когда $u_{аб}$ меняется слабо, воздействие магнитного потока на катушку L_2 мало́, а следовательно, и напряжение в ней также мало (точка *n*). Пространство между катушками может передавать лишь какие-то меняющиеся процессы, поэтому, когда первичное напряжение меняется с наибольшей скоростью (точка *k*), то эффект наведения (передачи энергии из L_1 в L_2) наибольший и во вторичном контуре наводится максимальное напряжение (точка *l*). Что же касается того, что форма вторичного напряжения синусоидальна, то это является экспериментальным фактом, хорошо объясняемым теоретически.

Если первичное напряжение $u_{аб}$ условно представить в виде вектора $Ou_{аб}$, т. е. в виде отрезка прямой со стрелкой на конце (рис. 48,*г*), то другое напряжение $u_{вг}$, сдвинутое по фазе на 90° ($^1/_4$ периода) по отношению к $u_{аб}$, удобно изобразить в виде вектора $Ou_{вг}$, повернутого на 90°. Если вторичный контур не резонирует с частотой входного напряжения, то этот фазовый сдвиг на 90° нарушается и вторичное напряжение будет изображаться векторами *OA* и *OB* в зависимости от того, настроен вторичный контур на более низкую или более высокую частоту. Это явление часто используется в радиотехнике, в частности при построении фазовых дискриминаторов звукового канала.

12. МОСТИКОВЫЕ СХЕМЫ

Мостиковая схема использует свойства делителей напряжения. На рис. 49,*а* показана схема «мостика» на сопротивлениях. Важным свойством такой схемы

является то, что при определенных соотношениях между сопротивлениями R_1, R_2, R_3 и R_4 выходное напряжение равно нулю при любом входном напряжении. Действительно, если величины сопротивлений таковы, что оба делителя напряжения (один делитель состоит из R_1 и R_2, другой из R_3 и R_4) создают попарно одинаковые напряжения $u_1=u_3$ и $u_2=u_4$, то раз-

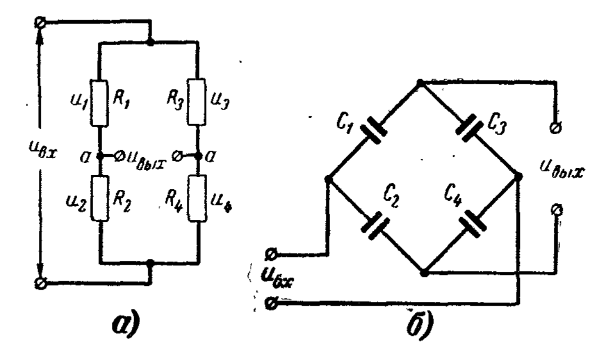


Рис. 49. Мостиковые схемы.

ность потенциалов между точками *аа* равна нулю, причем какова бы ни была форма и величина входного напряжения, выходное напряжение равно нулю. Легко видеть, что такого рода «баланс» мостиковой схемы наступает, когда $R_1/R_2=R_3/R_4$. На рис. 49,*б* мы видим подобный мостик, но собранный на конденсаторах. Выходное напряжение такого моста, если он сбалансирован, равно нулю при любом входном напряжении.

Такие мостиковые схемы можно составить и из комбинаций *RC*.

13. ДИОДНЫЙ ДЕТЕКТОР

Большую роль в схемах телевизоров играет диод. Сейчас почти полностью ламповые диоды вытеснены полупроводниковыми, германиевыми или кремниевыми. Важнейшее применение диод нашел в схемах детектора (рис. 50,*а*). Диод представляет собой элемент с нелинейной характеристикой. Нелинейность эта состоит в том, что величина сопротивления диода зависит от того, какое напряжение к нему приложено

(рис. 50,*б*). Если напряжение, приложенное в прямом направлении («+» к точке *a*, «—» к точке *k*), более 1 *в*, то сопротивление диода почти постоянно и равно примерно 200 *ом*. При отрицательных напряжениях диод заперт и его обратное сопротивление весьма велико.

Рассмотрим, как работает схема детектора при подаче на него немодулированных колебаний

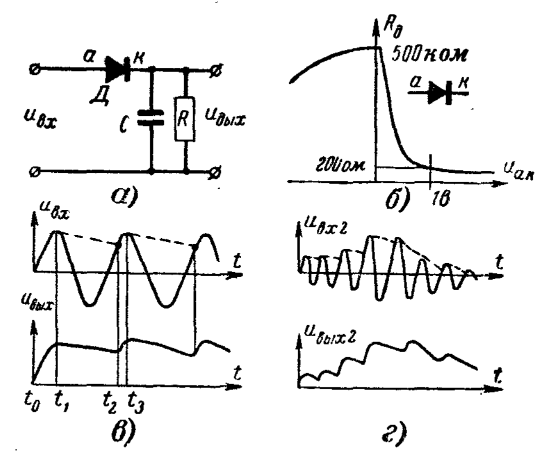


Рис. 50. Диодный амплитудный детектор и графики, поясняющие его работу.

(рис. 50,*в*). Пусть в момент времени t_0 на входе детектора напряжение начинает расти. До этого момента времени конденсатор *C* не имел никакого заряда. Начиная с t_0, напряжение в точке *a* диода больше, чем в точке *k*, диод откроется, и его сопротивление станет малым. Начнется заряд конденсатора *C* (см. на рис. 50,*в* эпюру напряжения $u_{вых}$), который будет длиться до момента времени t_1. Начиная с этого момента, напряжение на входе детектора начинает падать, но конденсатор не может сразу изменить свой заряд; как только напряжение в точке *a* станет хоть немного меньше напряжения в точке *k*, диод запрется и весь остальной процесс изменения напряжения на входе никак не отразится на поведении конденсатора *C*, который начнет разряжаться через *R*. Пусть *R* достаточно велико, так что этот разряд конденсатора

будет происходить медленно. Вплоть до момента времени t_2 напряжение на входе будет меняться само по себе, а напряжение на конденсаторе — само по себе. В следующее за моментом t_3 мгновение, когда напряжение в точке a диода станет больше напряжения точки k, диод откроется и произойдет подзарядка конденсатора до момента t_3. Далее процесс повторится.

Если входное колебание модулировано по амплитуде, то на нагрузке детектора RC появится напряжение $u_{вых2}$, отражающее модулирующее напряжение. Ясно, что если частота колебания значительно выше модулирующего процесса, то напряжение $u_{вых2}$ будет более плавным и меньше искажено высокочастотными колебаниями. На рис. 50,*г* можно проследить процесс детектирования АМ колебаний. Диодный детектор, изображенный на рис. 50,*а*, нашел широкое применение в самых различных частях схемы телевизора: в дискриминаторе, в силовом выпрямителе, в схеме получения ускоряющего напряжения питания кинескопа и т. д.

14. ДИОД С КОНДЕНСАТОРОМ

Рассмотрим еще одно применение схемы, составленной из диода с конденсатором (рис. 51,*а*). Главными элементами в этой схеме являются диод *Д* и конденсатор *C*. Если с помощью потенциометра R_1 менять напряжение, подаваемое на диод через буферное сопротивление R_2, то проводимость диода (величина, обратная сопротивлению диода) будет меняться в весьма широких пределах. Эквивалентная схема такого устройства показана на рис. 51,*б*, здесь под переменным сопротивлением подразумевается меняющееся сопротивление диода (от сотен ом до сотен тысяч ом). Оказывается, полное сопротивление между точками *аа* можно представить как параллельно включенные некоторое эквивалентное сопротивление $R_{экв2}$ и эквивалентная емкость $C_{экв}$. При изменении сопротивления диода меняется $R_{экв1}$ и $R_{экв2}$ и, что самое главное, $C_{экв}$. Таким образом, с помощью потенциометра R_1 можно получить переменную емкость. Это полезно, когда надо дистанционно регулировать емкость, например емкость контура гетеродина.

Вместо диода можно применить и триод, сопротивление которого между анодом и катодом эквивалентно некоторому переменному сопротивлению (рис. 51,*г*).

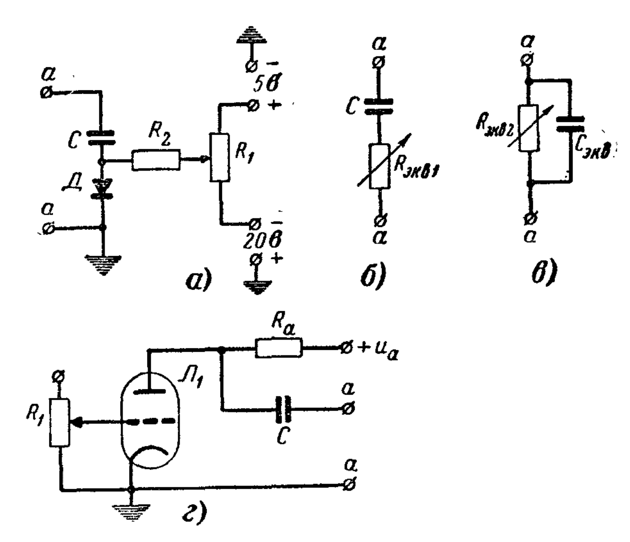


Рис. 51. Схемы образования переменной емкости с помощью меняющихся сопротивлений.

Меняя напряжение на сетке $Л_1$, мы меняем сопротивление между анодом и катодом. Этот процесс также отображается эквивалентными схемами (рис. 51,*б* и *в*).

15. СХЕМА ОГРАНИЧИТЕЛЯ НА ДИОДЕ

Диод, показанный на рис. 52,*а*, заперт напряжением *E*. Когда напряжение в точке *а* превысит величину *E*, диод откроется, его сопротивление станет малым и мы будем иметь своеобразный делитель напряжения, состоящий из сопротивления R_1 и сопротивления диода $R_д$. Поэтому при изменении входного напряжения сверх напряжения ограничения ($u_{огр}$ равно *E*, рис. 52,*б*) выходное напряжение меняется уже значительно медленнее, чем входное. На рис. 52,*в*, *г* показано, как произойдет ограничение синусоидального напряжения, поданного на вход этой цепочки. Мы видим, что верхушки положительных полуволн будут

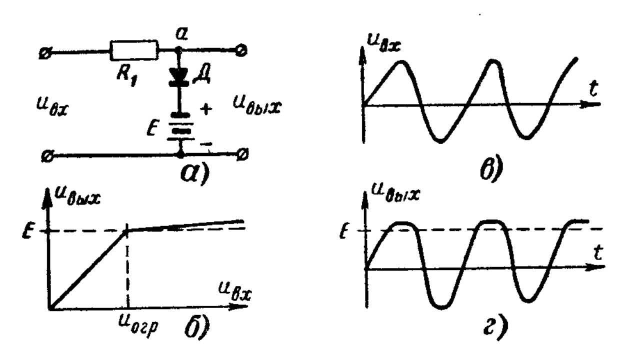


Рис. 52. Диодный ограничитель.

срезаны. Такие ограничители на диодах широко применяются в телевизорах.

16. УСИЛИТЕЛЬ С АКТИВНОЙ АНОДНОЙ НАГРУЗКОЙ

Напомним свойства простой классической схемы использования лампы для усиления напряжения (рис. 53,*а*). Усилительная способность лампы основана на зависимости между анодным током и напряжением, приложенным к управляющей сетке по отношению к катоду (анодно-сеточная характеристика,

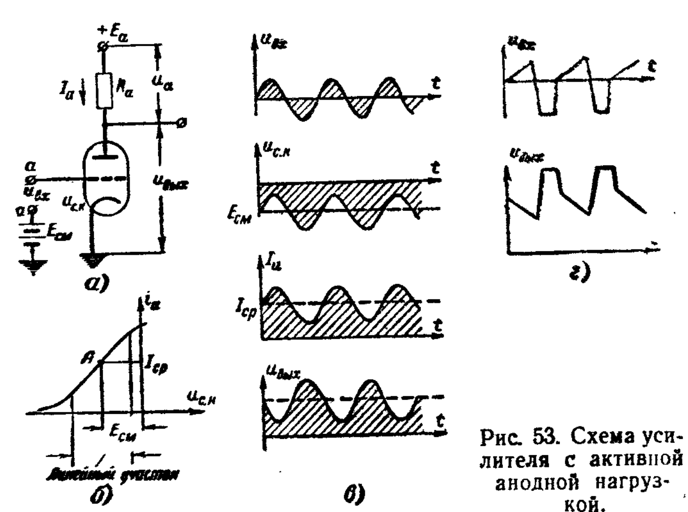


Рис. 53. Схема усилителя с активной анодной нагрузкой.

рис. 53,*б*). Если подать на управляющую сетку относительно катода некоторое напряжение $E_{см}$, то через лампу потечет ток $I_{ср}$. Чтобы усиление было без искажений, необходимо, чтобы рабочая точка *А* располагалась посередине линейного участка характеристики.

Подадим вместе со смещением $E_{см}$ переменное напряжение $u_{вх}$, тогда полное напряжение между сеткой и катодом будет в любой момент отрицательно ($u_{с.к}$ на рис. 53,*в*), если эта переменная составляющая по своему полному размаху не превышает раствора сеточной характеристики. Изменение сеточного напряжения вызывает изменение анодного тока $I_а$, причем сеточное напряжение и анодный ток синфазны. Правда, имеется некоторый сдвиг по фазе между анодным током и сеточным напряжением, а именно, анодный ток отстает от сеточного напряжения на время, необходимое для того, чтобы электроны долетели от управляющей сетки до анода. Это время очень мало, но с ним следует считаться, когда усиливаемое напряжение имеет очень высокую частоту.

Изменение анодного тока вызывает изменение величины напряжения, падающего на анодном сопротивлении $R_а$, причем увеличение анодного тока вызывает увеличение падения напряжения на сопротивлении $R_а$. Но так как сумма напряжений $u_а$ и $u_{вых}$ должна быть всегда постоянна и равна напряжению источника $E_а$ (который имеет очень малое внутреннее сопротивление), то при увеличении анодного тока напряжение $u_{вых}$ уменьшается. Таким образом, рост потенциала сетки ведет к уменьшению потенциала анода. Следовательно, полярности выходного напряжения $u_{вых}$ и входного напряжения $u_{вх}$ противоположны. Это не есть сдвиг фаз, как иногда объясняют, а простое изменение полярности. В этом можно убедиться, рассматривая рис. 53,*г*, где показано взаимное соответствие между $u_{вх}$ и $u_{вых}$ в случае несинусоидального импульсного процесса.

17. ПОЛУЧЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ СМЕЩЕНИЯ ЗА СЧЕТ КАТОДНОГО ТОКА

Вместо батареи $E_{см}$ для получения напряжения смещения иногда используют другой способ (рис. 54). Катодный ток протекает по сопротивлению $R_к$ и соз-

дает на нем падение напряжения $u_к$, причем потенциал катода по отношению к «земле» (шасси) оказывается положительным, что эквивалентно понижению потенциала сетки относительно катода.

Конденсатор $C_к$, обычно большой емкости, благодаря своим инерционным свойствам стабилизирует это постоянное напряжение на сопротивлении $R_к$ так, что изменения катодного тока, свободно проходя через конденсатор, не создают на нем большого падения напряжения.

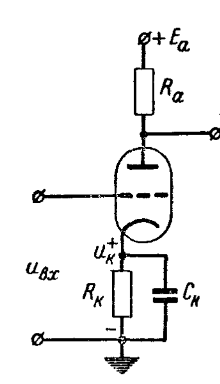


Рис. 54. Схема, поясняющая получение напряжения смещения с помощью катодного сопротивления.

18. ОБРАЗОВАНИЕ СМЕЩЕНИЯ ЗА СЧЕТ СЕТОЧНЫХ ТОКОВ

Рабочее смещение на управляющей сетке лампы можно получить, используя детекторный эффект промежутка сетка — катод лампы, который представляет собой своего рода диод. Действительно, если подать через конденсатор C_c на сетку лампы серию импульсов от источника с малым внутренним сопротивлением (рис. 55), то как только управляющая сетка станет положительной по отношению к катоду, так сопротивление промежутка сетка — катод лампы станет малым (около 500—1 000 *ом*) и конденсатор C_c начнет заряжаться. Если емкость C_c достаточно мала, то к концу импульса на нем окажется напряжение, почти равное размаху импульсов с полярностью, указанной на рис. 55. В промежутки между импульсами конденсатор C_c разряжается через R_c, которое выбирается большим, чтобы этот разряд происходил медленно, и к приходу следующего импульса на управляющей сетке окажется напряжение, почти равное высоте импульса.

Если конденсатор C_c имеет большую емкость, то напряжение на нем будет постепенно нарастать, так как он разряжается через R_c значительно слабее, чем заряжается от источника. После достаточно большого количества импульсов на конденсаторе окажется постоянное напряжение, смещающее усиливаемое колебание $u_{вх}$ в область отрицательных сеточных напряжений.

Происходит своеобразная фиксация уровня вершин импульсов, импульсы никак не могут стать положительными на управляющей сетке лампы (мы пренебрегаем теми небольшими превышениями нулевого уровня, которые нужны для образования сеточных токов).

Рис. 55. Схема, поясняющая получение напряжения смещения за счет токов сетки.

Ясно, что такой способ создания смещения пригоден тогда, когда можно допустить некоторые искажения усиливаемого сигнала, так как вершины переменного напряжения немного подрезаются за счет сеточных токов.

19. УСИЛИТЕЛЬ С АНОДНОЙ НАГРУЗКОЙ В ВИДЕ *RL* и *RC*

Если в качестве анодной нагрузки применить последовательную цепь из *R* и *L* (рис. 56,*а*), то коэффициент усиления такого усилителя, а следовательно,

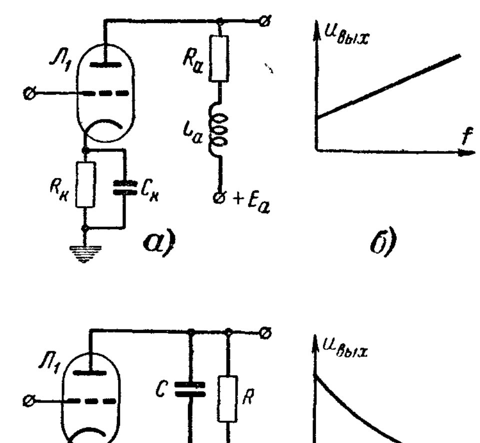


Рис. 56. Схемы усилителей со смешанными анодными нагрузками.

и амплитуда выходного напряжения будет расти с повышением частоты. Это происходит вследствие того, что сопротивление индуктивности переменному току возрастает с частотой, следовательно, повышается и полное сопротивление анодной нагрузки.

Если же анодная нагрузка представляет собой параллельно соединенные R и C (рис. 56,*в*), то усиление падает с ростом частоты, так как при этом происходит уменьшение полного сопротивления анодной нагрузки.

20. РЕЗОНАНСНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ

Резонансные свойства контура rLC можно использовать в схеме усилителя, который будет усиливать определенную полосу частот (рис. 57,*а*). Для расши-

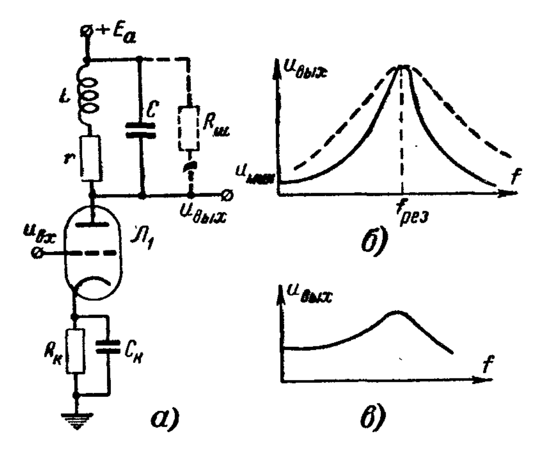


Рис. 57. Схема резонансного усилителя.

рения полосы пропускания такого усилителя (пунктирная кривая рис. 57,*б*) параллельно контуру включают сопротивление $R_ш$. Интересно отметить, что при очень низких частотах усиление определяется сопротивлением r и не равно нулю, хотя может быть и очень мало (даже меньше единицы). Если сопротивление r достаточно велико (порядка нескольких килоом), то усиление на низких частотах возрастает и в результате получается обычная характеристика видеоусилителя (рис. 57,*в*).

21. ПОЛОСОВОЙ УСИЛИТЕЛЬ

Если в анодную цепь лампы включить первичный контур полосового фильтра, то мы получим усилитель, обладающий некоторыми преимуществами по срав-

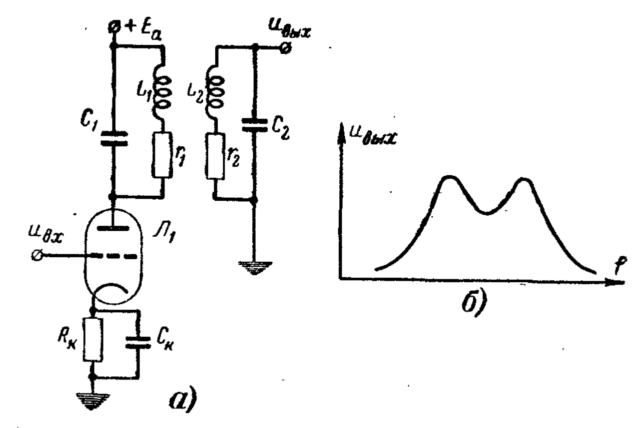


Рис. 58. Схема полосового усилителя.

нению с одноконтурным усилителем. Частотная характеристика такого усилителя (рис. 58) имеет более крутые скаты, благодаря чему можно повысить избирательность тракта.

22. ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ

Обратная связь представляет собой одно из важнейших физических явлений и часто используется в радиотехнике. Сущность обратной связи, которая имеет много разновидностей, заключается в том, что если в каком-либо блоке, охваченном обратной связью, обрабатывается сигнал (усиливается, преобразуется и т. д.), то на качественную и количественную характеристику этой обработки влияет, помимо параметров самого блока, еще и выходной эффект.

Например, если часть выходного напряжения звукового усилителя в соответствующей полярности и фазе подать на управляющую сетку одной из усилительных ламп, то искажения могут быть уменьшены. Если же изменить полярность этого напряжения обратной связи, то усилитель может самовозбудиться.

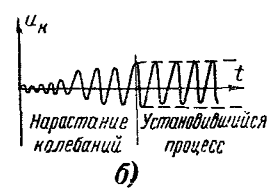
Этот пример показывает различие между отрицательной (уменьшающей усиление) и положительной обратной связью.

Другой пример: если катодное сопротивление усилителя не шунтировать конденсатором, то на сопротивлении во время работы усилителя появится переменное напряжение, совпадающее по характеру с сеточным, и поэтому разность потенциалов между сеткой и катодом будет меняться в меньших пределах, а переменное напряжение, управляющее анодным током, уменьшится. Таким образом, усилитель с незаблокированным катодным сопротивлением охвачен обратной связью.

23. ГЕНЕРАТОР

Используем обратную связь для образования генератора синусоидальных колебаний. Часть напряжения с катушки L_1 анодного контура (рис. 59,*а*) подадим на управляющую сетку лампы с помощью катушки обратной связи L_2, причем полярность напряжения на L_2 выберем таким образом, чтобы колебание, возникшее в системе, поддерживалось. Если напряжение обратной связи не очень велико, то такое устройство генерирует колебания, очень близкие к синусоидальным. Они не могут быть точно синусоидальными хотя бы потому, что получение смещения за счет сеточных токов вызывает искажение формы кривой.

а)



б)

Рис. 59. Схема генератора с индуктивной обратной связью.

Колебание возникает следующим образом: при включении питания лампа начинает усиливать все напряжения, имеющиеся на управляющей сетке; а так как там всегда имеются напряжения, хотя бы напряжение флуктуаций, то колебательный контур в аноде благодаря своей узкополосности отберет те гармоники, которые имеют частоту, совпадающую

с резонансной частотой самого контура. Часть этого усиленного напряжения обратно подается на управляющую сетку, следовательно, суммарное напряжение оказывается увеличенным, что еще больше увеличивает переменное напряжение в анодной цепи. Процесс нарастания напряжения мог бы продолжаться беспредельно, однако, этому препятствует то, что с ростом амплитуды переменного напряжения на сетке средняя крутизна характеристики лампы уменьшается.

Процесс нарастания колебаний показан на рис. 59,*б*.

Существуют различные видоизменения подобного генератора, однако все они основаны на одном принципе: часть анодного напряжения в соответствующей фазе подается обратно на управляющую сетку. Заметим, что вообще не обязательно наличие обратной связи в генераторах; существуют некоторые типы генераторов, основанные на других принципах (динатронный генератор, генератор Баркгаузена, диодный генератор и т. д.).

24. БЛОКИНГ-ГЕНЕРАТОР

Если теперь сильно увеличить связь между сеточной цепью и анодной цепью генератора *LC* (рис. 59,)*а*, т. е. подавать на управляющую сетку почти все напряжение, возникающее в анодной цепи, то генератор начнет генерировать не синусоидальные колебания, а импульсы. Процессы в таком блокинг-генераторе довольно сложны, и поэтому пока рассмотрим несколько упрощенную модель его работы. Если бы связь между L_1 и L_2 была невелика, то анодное и сеточное напряжения были бы такими, как показано на рис. 60,*а*; сеточное напряжение лишь слегка заходило бы в область сеточных токов, и колебания были бы почти синусоидальны.

Теперь резко, в 3—4 раза, увеличим связь между катушками L_1 и L_2. Тогда сеточное напряжение будет далеко заходить в область сеточных токов, а это вызовет большое напряжение на конденсаторе C_c (он заряжается за время t_1—t_2) (рис. 60,*б*). Таким образом, после первой же полуволны, когда лампа окажется запертой большим отрицательным напряжени-

ем на C_c, естественно, колебательный процесс в лампе уже не сможет поддерживаться и, как показано на рис. 60,*б*, колебания более или менее быстро прекратятся в зависимости от добротности колебательной системы. Чем система добротнее, тем колебательный процесс выражен ярче и продолжается более длительное время. В это время конденсатор C_c постепенно разряжается через R_c (очень малым сопротивлени-

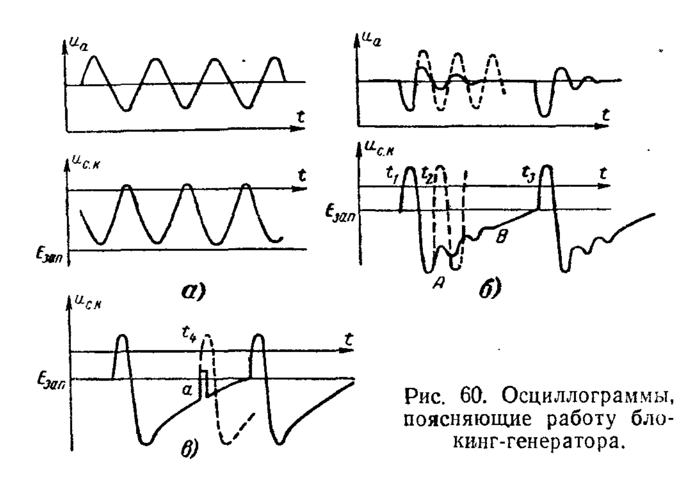


Рис. 60. Осциллограммы, поясняющие работу блокинг-генератора.

ем катушки L_2 можно пренебречь). Когда напряжение на управляющей сетке возрастет до величины, при которой лампа отпирается, опять возникнут условия для генерации, но первая же полуволна колебаний, вызвав большой сеточный ток, запрет лампу, и процесс повторится. На рис. 60,*в* сплошной линией показана кривая сеточного напряжения блокинг-генератора. Конденсатор C_1 иногда вовсе не ставят, собственной емкости катушки вполне достаточно для образования контура.

На рис. 60,*в* видно, что если в момент времени t_4 подать на сетку или анод лампы такой импульс, чтобы полное напряжение на сетке в какой-то момент времени (t_4) превысило напряжение запирания лампы, тогда блокинг-генератор сработает и в этот момент получится импульс (пунктирная линия рис. 60,*в*).

Это явление используют для синхронизации блокинг-генераторов.

Легко заметить, что блокинг-генератор обладает важным свойством «ключа»: в течение времени t_1—t_2, когда лампа сильно открыта, через нее течет большой ток. Это явление можно использовать для получения пилообразного напряжения. Рассмотрим рис. 61,*а*. В качестве источника анодного напряжения исполь-

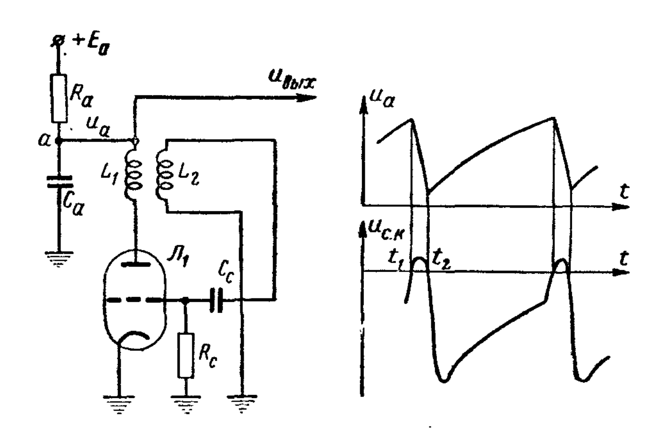


Рис. 61. Схема блокинг-генератора.

зуется заряд, который имеется на конденсаторе C_a. В то время, когда на сетке лампы напряжение положительно (t_1—t_2), через лампу идет большой ток, но не за счет источника E_a, а в первую очередь за счет заряда C_a. Таким образом, за короткое время блокинг-эффекта конденсатор сильно разряжается. Затем, когда лампа $Л_1$ заперта, конденсатор C_a увеличивает свой заряд. Если сопротивление R_a достаточно велико, то кривая u_a заряда конденсатора C_a будет линейна.

Генераторы, вырабатывающие импульсные колебания, называются релаксационными. Существует множество типов релаксационных генераторов, среди которых главное место занимают блокинг-генератор, мультивибратор и фантастрон, нашедшие себе широкое применение в телевизорах.

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ

ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССОВ, ПРОИСХОДЯЩИХ В ОТДЕЛЬНЫХ УЗЛАХ СХЕМЫ ТЕЛЕВИЗОРА

В настоящее время существует большое количество конструкций телевизоров с разнообразными принципиальными схемами.

Разберем подробно работу схемы современного телевизора «Темп-3», который содержит в себе многие элементы современной приемной телевизионной техники.

25. КАНАЛ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Почти все современные телевизоры имеют одинаковый по своей структуре канал изображения, блок-схема которого изображена на рис. 62.

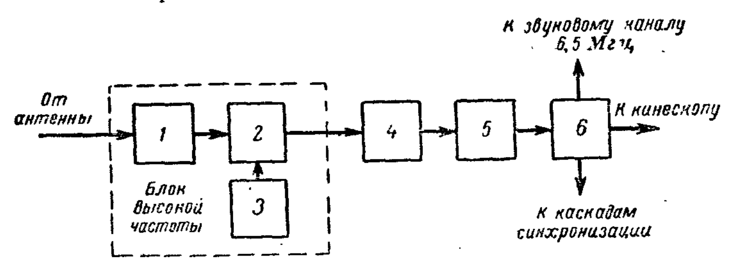


Рис. 62. Блок-схема канала изображения.

Высокочастотный сигнал из антенны, представляющий собой смесь сигналов изображения и звукового сопровождения, поступает в блок высокой частоты, обведенный пунктирной линией на рис. 62. На выходе этого блока имеются сигналы промежуточной частоты изображения и звука данного телевизионного канала. Затем происходят усиление этих сигналов промежуточной частоты (блок *4*, рис. 62) и детектирование (блок *5*). Выделенный детектором видеосигнал усиливается в усилителе видеосигналов (УВС) (блок *6*, рис. 62) и поступает к катоду или управляющему электроду кинескопа. Кроме видеосигнала, на выходе детектора образуется частота 6,5 *Мгц* в результате биения промежуточных несущих частот изображения

(34,25 *Мгц*) и звука (27,75 *Мгц*). Эта разностная частота 6,5 *Мгц*, несущая на себе звуковую информацию в виде частотной модуляции, поступает в звуковой канал. Кроме того, видеосигнал с выхода УВС или с одной из промежуточных точек тракта подается в цепи синхронизации.

Рассмотрим некоторые соображения, касающиеся построения канала изображения. Прежде всего обратим внимание на то, что УВЧ, смеситель и гетеродин выделены в отдельный блок не только в схемном отношении, но и конструктивно. Это оказалось необходимым по следующим причинам. В этом блоке осуществляется прежде всего селекция необходимых сигналов из всей смеси сигналов, попадающих на вход телевизора. В отличие от обычных радиоприемников, где настройка на прием какой-либо станции производится плавно путем изменения емкости блока переменных конденсаторов, в телевизоре для каждого телевизионного канала имеется своя система контуров, заранее настроенная на прием сигналов именно этого канала. Это сделано потому, что полоса частот, занимаемая всеми станциями, весьма велика, и очень трудно было бы сделать схему, обеспечивающую хорошее сопряжение всех контуров при перестройке. Все контуры помещаются на барабане, который может вращаться и занимать одно из 12 фиксированных положений. В каждом фиксированном положении с помощью контактной системы к схеме подключается система контуров, настроенная на соответствующие частоты данного канала. Наличие вращающихся частей требует жесткой конструкции, что, естественно, легко получить в отдельном блоке. Кроме того, схема, содержащаяся в блоке высокой частоты, должна быть тщательно экранирована от внешних полей. Если телевизор расположен далеко от телецентра, то принятые антенной сигналы весьма слабы и проникновение в блок посторонних сигналов может сильно исказить изображение и звук. Во всех современных телевизорах применяется унифицированный блок высокой частоты, называемый ПТК (переключатель телевизионных каналов), который изготавливается как самостоятельный узел. Эти блоки ПТК выпускаются сейчас взамен блоков ПТП, применявшихся до 1958 г.

На рис. 63 изображена сквозная характеристика блока ПТК на одном из каналов. Эта характеристика представляет собой зависимость амплитуды напряжения промежуточной частоты на выходе блока от частоты входного напряжения при постоянной его амплитуде. Из рис. 63 видно, что блок усиливает сигналы звука и изображения в одинаковой степени. Это обеспечивает полную взаимозаменяемость блоков. Для удобства замены блок сочленяется со схемой УПЧ с помощью штепсельного разъема.

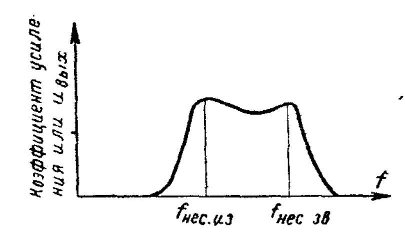


Рис. 63. Частотная характеристика высокочастотного блока.

Усилитель промежуточной частоты канала изображения, так же как и видеодетектор и УВС, как правило, монтируется на основном шасси.

Блок ПТК в среднем дает усиление около 30. Детектор вместе с видеоусилителем обеспечивает десятикратное усиление сигнала. Для того чтобы определить, какое усиление падает на долю УПЧ, отметим, что минимальное входное напряжение равно примерно 40 *мкв*; выходное напряжение, подаваемое на кинескоп, должно быть равно 40 *в*. Следовательно, полное усиление всего тракта составляет 1 млн. Таким образом, на долю УПЧ остается усиление примерно 3 000—4 000. Если каждый каскад УПЧ усиливает сигнал в 7—8 раз, то потребуется четырехкаскадный УПЧ. Практически оказывается, что блок ПТК дает иногда значительно бо́льшие усиления, так что полный коэффициент усиления всего тракта составляет 3—4 млн. Однако из-за шумовых напряжений, возникающих в самом ПТК, такое большое усиление не означает, что телевизор имеет большую чувствительность.

26. БЛОК ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ

На рис. 64 в несколько упрощенном виде, без ряда вспомогательных деталей показана схема современного высокочастотного блока. Основные процессы, происходящие здесь, следующие: сигнал из антенны подводится к зажимам *АА*, затем через высокочастотный повышающий трансформатор L_1, L_2 он поступает на двухкаскадный усилитель высокой частоты (лампы $Л_1$ и $Л_2$) с анодной нагрузкой во втором каскаде в виде полосового фильтра (L_4, L_5). Со вторичной обмотки этого фильтра сигнал поступает на сетку смесителя $Л_3$, куда через конденсатор C_8 одно-

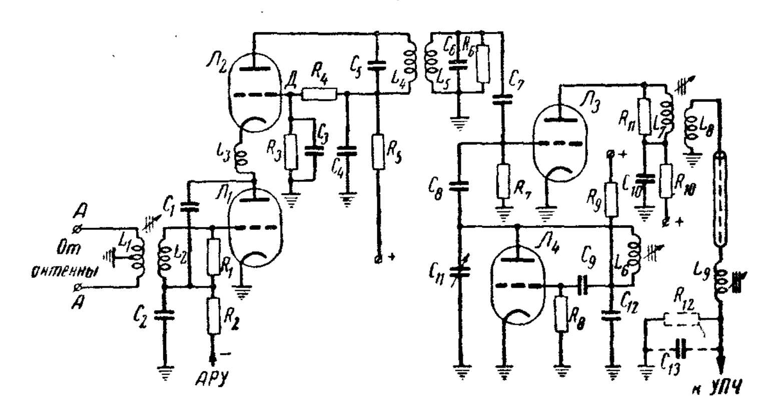


Рис. 64. Схема блока высокой частоты.

временно подается сигнал от гетеродина $Л_4$. Анодная нагрузка смесителя настроена на промежуточную частоту и представляет собой понижающий трансформатор L_7, L_8, вторичная обмотка которого L_8 через шлейф связана с выходной катушкой L_9.

Теперь подробно рассмотрим работу усилителя высокой частоты ($Л_1$, $Л_2$), который в значительной степени определяет чувствительность канала, ограниченную шумами. Дело в том, что даже в отсутствие всякого сигнала анодный ток лампы не является чисто постоянным током. Помимо постоянной составляющей анодного тока, всегда течет некоторая переменная составляющая, которая представляет собой колебание хаотических импульсов, меняющих свою форму и время возникновения. Величина этого флуктуационного тока весьма мала, однако, когда сам полезный сигнал тоже мал, роль этих флуктуаций сильно возрастает. На экранах телевизоров последних выпусков («Темп-3», «Рубин-102») можно наблюдать

эти хаотические процессы в виде непрерывно роящихся темных и светлых точек. Если такое напряжение подать на громкоговоритель, то будет слышен шум, поэтому такого рода напряжения или токи просто называют шумами.

Из существующих типов ламп наименьшими шумовыми токами обладают триоды с высокой крутизной анодно-сеточной характеристики (6Н3П, 6Н14П и др.). Однако просто применить триод на входе телевизора не всегда удается из-за неустойчивой его работы в области высоких частот, эта неустойчивость определяется проходной емкостью между анодом и управляющей сеткой самой лампы; через эту емкость переменное напряжение, имеющееся в анодной цепи, может проникнуть на сетку в такой фазе, что может возникнуть положительная обратная связь и схема начнет генерировать как генератор, вместо того чтобы усиливать. В пентодах между анодом и управляющей сеткой имеется экранирующая сетка, которая во много раз уменьшает проходную емкость $C_{а.с}$. Однако пентод нежелательно применять в качестве входной лампы блока высокой частоты ввиду того, что шумовой ток у пентода значительно больше, чем у триода.

Так называемая каскодная схема, изображенная на рис. 64 ($Л_1$, $Л_2$), представляет собой двухкаскадный усилитель, причем первый каскад работает на триоде с заземленным катодом, а второй тоже на триоде, но по схеме с заземленной сеткой. Заземление сетки производится по высокой частоте (конденсатор C_3). Особенностью соединения этих двух каскадов является наличие у них общей цепи анодного тока. Так как обе лампы $Л_1$ и $Л_2$ однотипны, то на каждой из них (на промежутке анод — катод) падает примерно одинаковое напряжение, по 100—120 *в*.

В качестве анодной нагрузки первого каскада служит П-образный фильтр, составленный из индуктивности L_3 и различных паразитных емкостей, подключенных к аноду первого каскада (C_1) и катоду второго каскада (C_2, рис. 65). Каскад с заземленной сеткой обладает той особенностью, что входное сопротивление его очень мало (оно примерно равно обратной величине крутизны характеристики лампы

S, *ма/в*) и составляет 150—200 *ом*. На рис. 65 это сопротивление условно изображено в виде $R_{вх}$. Сопротивление $R_{вых}$ является эквивалентом выходного сопротивления первого каскада, оно примерно равно 1—3 *ком*. Контур, образованный этими элементами, обладает весьма низкой добротностью ($Q = 4 \div 6$). Поэтому большого усиления первый каскад дать не может. Найдено целесообразным этот контур настраивать на высокочастотные каналы (область 150 *Мгц*), где усилительная способность ламп ухудшается. Таким образом, за счет контура, построенного на L_3, происходит компенсация уменьшения усиления. Благодаря этому на всех каналах удается получить одинаковое усиление.

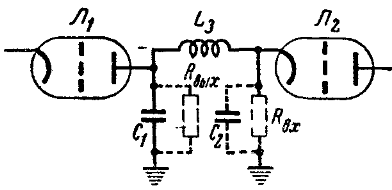


Рис. 65. Схема межкаскадной связи УВЧ.

Коэффициент усиления первого каскада, измеренный как отношение напряжения на катоде второго каскада к напряжению на управляющей сетке первого каскада, примерно равен 1—1,2. Такой малый коэффициент усиления обеспечивает устойчивость работы первого каскада, однако для повышения устойчивости усиления и для ряда других цепей применяют мостиковую схему нейтрализации проходной емкости $C_{а.с}$ лампы $Л_1$. Из схемы на рис. 64 видно, что часть анодного напряжения через конденсатор C_1 подается в цепь управляющей сетки лампы. Работу цепи этой обратной связи лучше всего проследить по эквивалентной схеме, изображенной на рис. 66,*а*. Изображенные на рис. 66 конденсаторы $C_{вх}$ и $C_{вых}$ представляют собой междуэлектродные емкости лампы, параллельно соединенные с емкостями ламповых панелей и монтажными. С точки зрения передачи энергии сигнала из антенны на управляющую сетку $Л_1$ схема представляет собой П-образный колебательный контур (рис. 66,*б*). Очевидно, емкость C' есть сумма C_1 и C_2, а C'' — сумма $C_{вх}$ и $C_{вых}$. Контур, образованный L_2 (конечно, с учетом влияния L_1 и выходного сопротивления антенного кабеля) вместе

с конденсаторами C' и C'', настраивается на среднюю частоту данного телевизионного канала. Каждый из 12 каналов имеет свой собственный трансформатор L_1, L_2. Из рис. 66,*а* видно, что эта схема нейтрализации представляет собой «мостик», который можно сбалансировать, если подобрать элементы так, чтобы

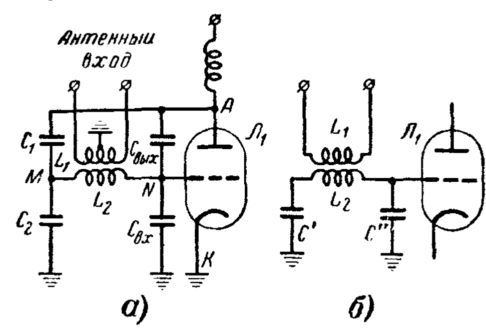


Рис. 66. Схема нейтрализации проходной емкости.

удовлетворялось соотношение: $C_1/C_2 = C_{вых}/C_{вх}$. При этом изменение напряжения между точками *КА* не вызовет никакого изменения напряжения между точками *MN*.

Отметим основные достоинства такой схемы включения входного контура:

1) Так как емкости C' и C'' включены в контур последовательно, то результирующая емкость, определяющая резонансную частоту контура, уменьшается по сравнению с обычным включением контура. Таким образом, расширяется частотный диапазон входной цепи.

2) Так как C_1 выбирают равной $C_{вых}$, а C_2 — равной $C_{вх}$, то схема оказывается совершенно симметричной по отношению к входному контуру L_1 и можно с успехом применить открытый двухпроводиый кабель типа КАТВ-300.

3) Очень важным является то, что напряжение гетеродина, которое неизбежно проникает из смесителя в анодную цепь $Л_1$, не передается во входной контур, а следовательно, не попадает в антенну. В противном случае напряжение гетеродина, излученное антенной, могло бы явиться серьезной помехой для соседних телевизоров.

4) При изменении напряжения смещения на управляющей сетке любой лампы меняется величина входной емкости $C_{вх}$. Если эта емкость входит в общую емкость контура, то при изменении смещения на сетке лампы происходила бы расстройка сеточного контура. В нашей схеме через R_2 (рис. 64) на управляющую сетку $Л_1$ от цепей автоматической регулировки усиления подается отрицательное напряжение, которое меняется в зависимости от величины приходящего сигнала. Оказывается, при такой схеме включения контура вредное влияние изменения входной емкости частично компенсируется. Это происходит оттого, что при последовательном включении емкостей C' и C'' роль нестабильной емкости $C_{вх}$ уменьшается.

Входная цепь (рис. 64) представляет собой повышающий высокочастотный трансформатор. Общее усиление входной цепи (отношение напряжения на управляющей сетке $Л_1$ к напряжению между точками *АА*) составляет примерно 1,4; на высокочастотных каналах эта величина падает до 1,1—1,2.

Параметры входной цепи выбирают таким образом, чтобы входное сопротивление (между точками *АА*) на средних частотах данного канала составляло 300 *ом* и соответственно 75 *ом* между одной из точек *А* и корпусом. Это необходимо для того, чтобы стандартные кабели, канализирующие энергию из антенны, можно было легко согласовать с входным сопротивлением тракта.

Сопротивление R_5 и конденсатор C_4 (рис. 64) образуют анодный фильтр, предотвращающий попадание в УВЧ помех и, наоборот, проникновение сигналов высокой частоты в цепи питания. Сопротивления R_3 и R_4 образуют делитель постоянного напряжения, обеспечивающий в точке *Д* напряжение, примерно равное (или немного меньшее) напряжению на катоде $Л_2$. Интересная особенность каскодной схемы, изображенной на рис. 64, состоит в том, что при запирании $Л_1$ напряжением АРУ, поданным через R_2, постоянное напряжение на аноде $Л_1$ возрастает, а так как на управляющей сетке $Л_2$ напряжение фиксиро-

вано делителем R_3, R_4, то лампа $Л_2$ тоже запирается. Это обеспечивает довольно сильную зависимость коэффициента усиления всего УВЧ от напряжения АРУ, что, вообще говоря, желательно.

Анодная нагрузка второго каскада УВЧ представляет собой двухконтурный полосовой фильтр с индуктивной связью, частотная характеристика ко-

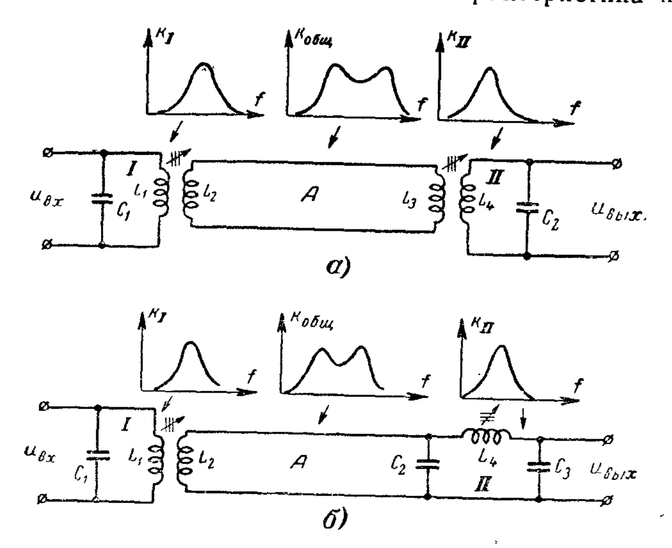


Рис. 67. Схемы шлейфовой связи.

торого имеет вид двухгорбой кривой в области частот данного телевизионного канала. Общий коэффициент усиления УВЧ (отношение напряжения высокой частоты на сетке смесителя к напряжению на входе между точками AA) составляет примерно 10—12. При пересчете на входное сопротивление 75 *ом* усиление УВЧ составляет примерно 20—25.

На управляющую сетку смесителя $Л_3$ одновременно подаются два напряжения: телевизионный сигнал через C_7 и сигнал гетеродина через C_8. В анодной цепи смесителя имеются всевозможные комбинации этих частот. Анодный контур смесителя настроен на разностную частоту $f_г$ и f_c. Колебательная система анодной цепи смесителя представляет собой полосо-

вой фильтр со шлейфовой связью между двумя контурами.

На рис. 67,*а* показана классическая схема двухконтурного полосового фильтра со связью между контурами, осуществляемой с помощью двухпроводной линии — шлейфа. Каждый из контуров C_1, L_1 и C_2, L_4 имеет одногорбую частотную характеристику, а вся система в целом — двухгорбую, как это показано на рисунке.

Такая схема полезна тогда, когда необходимо передать колебания из одного контура в другой на значительное расстояние. Линией передачи A обычно является экранированный кабель, имеющий значительную емкость, поэтому, чтобы емкость этого кабеля не влияла сильно на резонансные частоты контуров, число витков катушек L_2 и L_3 делают значительно меньше числа витков катушек L_1 и L_4. Блок высокой частоты обычно несколько удален от первой лампы УПЧ, поэтому он соединяется с помощью гибкого кабеля длиной в 250—350 *мм*, имеющего емкость примерно 25 *пф*.

В блоке ПТК в качестве вторичного контура применен П-образный контур C_2, L_4, C_3 (рис. 67,*б*), причем роль емкости C_2 играет емкость кабеля, а емкость C_3 — входная емкость первой лампы УПЧ вместе с различными монтажными емкостями. В катушках L_1 и L_4 имеются сердечники, с помощью которых можно настроить систему и получить необходимую двухгорбую характеристику. Вернемся к рис. 64. Показанные на нем пунктиром сопротивления R_{12} и конденсатор C_{13} представляют собой эквивалент нагрузки ПТК (3,9 *ком*, 10 *пф*). Сопротивление R_{10} и конденсатор C_{10} образуют анодный фильтр. Сопротивление R_{11} расширяет полосу пропускания первичного контура.

Гетеродин, собранный на лампе $Л_4$ (рис. 64), представляет собой триодный генератор, работающий по схеме емкостной «трехточки» (это название происходит от того, что колебательный контур имеет три вывода, которыми он соединяется с лампой (*1*, *2*, *3* на рис. 68). Эквивалентная схема гетеродина показана на рис. 68. Емкость $C_{а.к}$ представляет собой суммарную междуэлектродную емкость лампы $Л_4$,

подстроечного конденсатора C_{11} (рис. 64) и монтажных емкостей. $C_{с.к}$ также есть эквивалент аналогичных емкостей. Для правильной работы необходимо, чтобы $C_{с.к}$ было в 3—4 раза больше $C_{а.к}$ (тем самым делитель напряжения, составленный из емкостей $C_{а.к}$ и $C_{с.к}$, обеспечивает необходимое напряжение обратной связи между сеткой и катодом лампы).

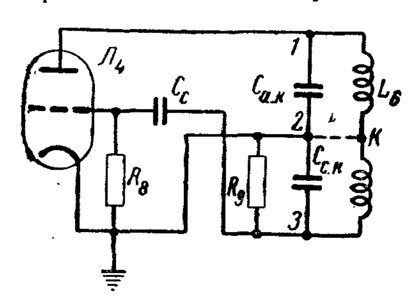


Рис. 68. Упрощенная схема гетеродина.

С целью стабилизации этого напряжения обратной связи, которое может меняться в зависимости от емкости конденсатора настройки C_{11}, в схему включена емкость C_{12} (рис. 64). Анодное напряжение подается через сопротивление R_9. Из эквивалентной схемы видно, что сопротивление R_9 шунтирует ту часть контура, которая имеет бо́льшую емкость $C_{с.к}$. Такое подключение R_9 обеспечивает бо́льшую добротность контура. Если бы R_9 было подключено непосредственно к аноду, то его шунтирующее действие увеличилось бы и добротность контура, а следовательно, и его стабильность ухудшилась бы. Из рис. 68 видно, что по законам образования мостиковых схем существует некоторая точка K на катушке, которая всегда имеет потенциал катода, т. е. нулевой потенциал. Конечно, при перестройке частоты гетеродина с помощью конденсатора настройки C_{11} несколько меняется соотношение между емкостями делителя $C_{а.к}$ и $C_{с.к}$, а следовательно, и положение нейтральной точки, однако изменение потенциала в некоторой средней точке K будет при этом незначительно. Если через эту нейтральную точку питать анод, то вообще не будет уменьшения добротности. Однако делать специальный вывод гетеродинной катушки технологически неудобно, поэтому на практике почти всегда применяют схему, изображенную на рис. 64.

Из рис. 64 видно, что напряжение гетеродина подается на сетку смесителя через конденсатор C_8. Напряжение от гетеродина на сетке смесителя имеет величину порядка 3—4 *в*, благодаря чему на сопротивлении утечки сетки R_7 возникает смещение примерно такой же величины.

Помимо этого способа подачи сигнала гетеродина в смеситель, имеется еще и другой способ, более распространенный. Дело в том, что катушки L_6 и L_5 в конструктивном отношении находятся близко друг от друга и напряжение, наведенное в катушке L_5 током катушки L_6, также поступает на сетку смесителя. Надо сказать, что практически в блоке ПТП-1 емкость C_8 вообще отсутствовала; связь между гетеродином и смесителем осуществлялась только через взаимоиндукцию между L_6 и L_5.

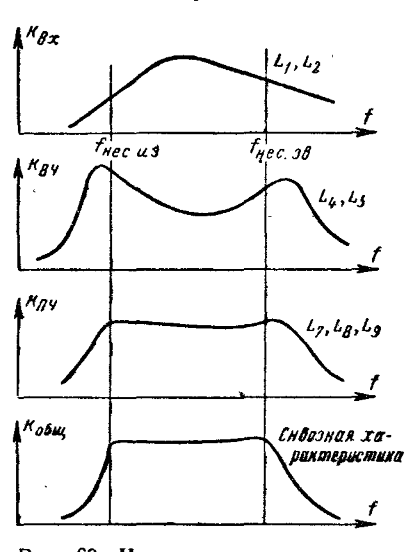


Рис. 69. Частотные характеристики отдельных каскадов и сквозная характеристика высокочастотного блока.

В блоке ПТК в качестве смесителя применена пентодная часть лампы 6Ф1П, специально разработанной для этой цели. Несмотря на то, что шумы такого смесителя несколько возрастают, все же найдено целесообразным применить в качестве смесителя пентод. Дело в том, что промежуточная частота канала изображения (область 34 *Мгц*) близка к частоте первого телевизионного канала (50 *Мгц*), поэтому в случае триодного смесителя всякая перестройка анодной цепи смесителя вызывала перестройку полосового фильтра УВЧ. Это затрудняло правильную и быструю настройку блока и иногда приводило к паразитной генерации смесителя. Кроме того, на пентоде удается получить несколько большее усиление, чем на триоде. Общее усиление блока высокой ча-

стоты, определяемое отношением напряжения на эквиваленте нагрузки R_{12} к напряжению на антенном входе, составляет примерно 30.

Теперь рассмотрим частотные характеристики отдельных контуров блока (рис. 69). Следует обратить внимание на то, что полоса пропускания всех контуров несколько шире, чем необходимо, так как «сквозная» характеристика несколько сужается. Частотная характеристика входной цепи несколько асимметрична; для того чтобы результирующая кривая была симметрична, низкочастотный горб характеристики полосового фильтра поднимают на 20—30%.

27. УСИЛИТЕЛЬ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ ЧАСТОТЫ КАНАЛА ИЗОБРАЖЕНИЯ

В усилителе промежуточной частоты канала изображения происходит основное усиление сигнала изображения. Количество каскадов в УПЧ обычно равно 3 или 4. Считается целесообразным применять один каскад в УВС и четыре каскада в УПЧ. Коэффициент усиления равен примерно 20, следовательно, при выходном видеосигнале в 40 *в* (что необходимо для получения хорошей контрастности на кинескопе) детектор должен обеспечивать видеосигнал с размахом 2 *в*. Так как коэффициент передачи детектора равен примерно 0,5, то на вход детектора должен поступать сигнал промежуточной частоты с амплитудой 4 *в*. В таком режиме диодный детектор работает очень хорошо и точно воспроизводит огибающую, т. е. видеосигнал. Если же применить еще один каскад в УВС (с усилением, примерно равным 10), то с детектора необходимо снимать видеосигнал в 0,2 *в*. При таком малом напряжении детектор искажает видеосигнал, так как его характеристика в области входных напряжений до 0,5 *в* явно нелинейна.

Применение четырехкаскадного усилителя промежуточной частоты целесообразно еще и потому, что наличие большого количества резонансных контуров, разделенных лампами, позволяет легко сформировать частотную и фазовую характеристики. Помимо основных контуров, дающих усиление сигнала, в формировании характеристики участвуют еще и так называе-

мые режекторные контуры, которые, наоборот, уменьшают усиление на некоторых мешающих частотах.

На рис. 70 показана принципиальная схема усилителя промежуточной частоты, по типу которой сконструированы УПЧ телевизоров «Темп», «Темп-2», «Темп-3», «Знамя» и некоторых других. Несмотря на свою простоту, эта схема обладает целым рядом достоинств. Дело в том, что такая схема УПЧ, которая использует в качестве колебательных контуров обычные одиночные контуры, обеспечивает минимальные

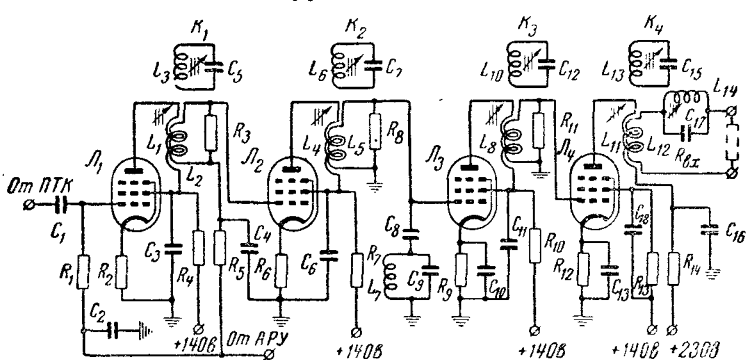
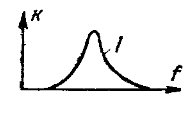


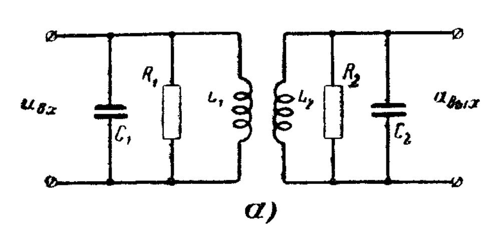
Рис. 70. Упрощенная схема усилителя промежуточной частоты канала изображения.

фазовые искажения и, кроме того, в такой схеме имеется жесткая однозначная связь между фазовой и частотной характеристиками. Настройка каналов УПЧ в настоящее время производится только по частотным характеристикам. Отсюда понятно, что наличие однозначной связи между частотной и фазовой характеристиками в большой степени облегчает регулировку телевизора. Говорят, что система (например, с одиночными контурами) является минимально фазовой, если одной и той же частотной характеристике соответствует одна и та же фазовая. Такие системы обладают тем свойством, при котором равномерному участку частотной характеристики соответствует линейный участок фазовой характеристики.

В канале УПЧ изображения формируется частотная характеристика всего тракта. Особенностью этой характеристики является пологий скат со стороны

несущей частоты (34,25 *Мгц*). Рассмотрим, каким образом формируется частотная характеристика УПЧ из характеристик одиночных контуров. Каждый из контуров имеет частотную характеристику, очень похожую на частотную характеристику одиночного контура, несмотря на то что в анодах ламп стоят двухконтурные системы. На рис. 71 показана эквивалентная схема анодной нагрузки одного каскада. Здесь под C_1 подразумевается сумма емкостей, тем или иным образом





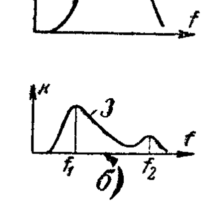


Рис. 71. Эквивалентная схема межкаскадной связи УПЧ.
1 — слабая связь; *2* — сильная связь; *3* — максимально возможная связь.

подключенных к анодной катушке (выходная емкость лампы, емкость монтажа, собственная емкость катушки L_1 и т. д.); C_2 — сумма входной емкости следующей лампы, емкости монтажа и т. д.; сопротивления R_1 и R_2 эквивалентны соответственно выходному сопротивлению предыдущей лампы и входному сопротивлению последующей лампы. В состав R_1 и R_2 могут входить также и сосредоточенные сопротивления, включенные в схему специально для расширения полосы пропускания контура.

Особенность такой резонансной системы состоит в том, что связь между катушками L_1 и L_2 очень велика. На рис. 71,*б* показаны частотные характеристики системы при различных степенях связи. При максимально возможной связи (кривая 3, рис. 71,*б*) частотные расстояния между «горбами» становятся очень большими. Если при этом оба контура, образующие систему ($C_1R_1L_1$ и $C_2R_2L_2$), взятые сами по себе, настроены на различные частоты или если их добротности неодинаковы, то частотная характеристика при этом оказывается несимметричной, как и показано на рис. 71,*б*. Как правило, такая несимметрия имеет место, если емкость C_2 в 2—3 раза больше емкости C_1, а катушки L_1 и L_2 одинаковы, поэтому резонансные частоты контуров различны. Это различие между контурами стараются еще более усугубить тем, что либо ко вторичному контуру подключают дополнительную сосредоточенную емкость, либо все дополнительные элементы схемы, вносящие емкость (режекторы, цепи изменения формы характеристики и т. д.) подключают ко вторичному контуру, емкость которого больше. Теперь понятно, что

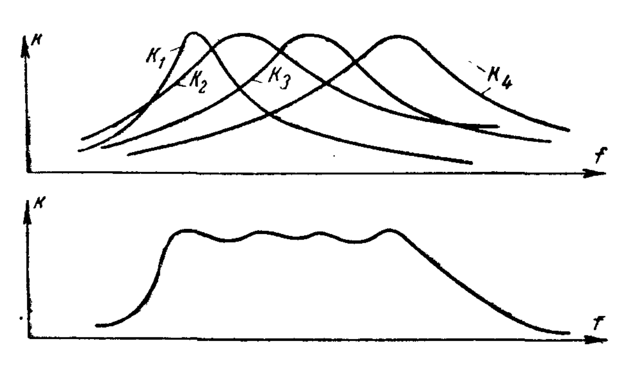


Рис. 72. Формирование «сквозной» характеристики УПЧ.

для усиления используется только тот «горб» характеристики, который больше; обычно он лежит на более низкой частоте, чем второй «горб». Форма частотной характеристики на частотах большего «горба» почти точно совпадает с частотной характеристикой одиночного контура. Второй, меньший, «горб» удален на 15—20 *Мгц* и в 10—15 раз ниже первого, поэтому его и не принимают во внимание. Такого рода колебательная система очень широко распространена. Достоинством ее является то, что удается устранить переходной конденсатор между анодом предыдущей лампы и сеткой последующей.

На рис. 72 показано, как с помощью четырех одногорбых частотных характеристик формируются основные очертания характеристики УПЧ. Чтобы

правый фронт характеристики был пологим, надо, очевидно, чтобы характеристика контура K_4 была «тупой».

Контур K_1, формирующий в основном левый скат, имеет бо́льшую добротность.

Некоторая волнистость характеристики на средних частотах существенной роли не играет, если она лежит в пределах ±15%.

Однако частотная характеристика, полученная в такой системе с взаимно расстроенными контурами, еще не обладает достаточной избирательностью.

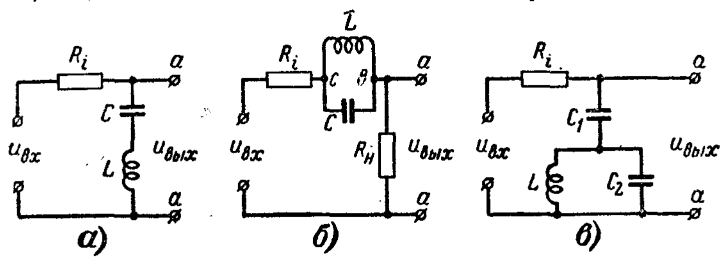


Рис. 73. Схемы режекции.

Для окончательного формирования частотной характеристики используются режекторные или отсасывающие контуры. Все существующие схемы режекции основаны на резонансных свойствах RLC контуров. Эти резонансные свойства используются для того, чтобы уменьшить усиление УПЧ на некоторых определенных частотах.

Основной тип режекторного контура представляет собой последовательную LC цепочку (рис. 73,*а*); иногда для целей режекции применяется параллельный LC контур (рис. 73,*б*).

Мы знаем, что сопротивление последовательной цепи rLC минимально на резонансной частоте (см. стр. 57). Если внутреннее сопротивление источника R_i не очень велико (рис. 73,*а*), то добротность всего контура велика и мы имеем явно выраженный последовательный резонанс, т. е. режекция получается «острой». Сам принцип режекции ясен: при резонансе образуется делитель напряжения, состоящий из внутреннего сопротивления источника R_i и весьма малого резонансного омического сопротивления цепи

LC (точка *аа*, рис. 73,*а*), с которой снимается напряжение режектируемой частоты.

Если R_i велико, то добротность контура падает и имеет место подавление в широкой полосе частот. В этом случае (когда R_i велико) используется другая схема (рис. 73,*в*), в которой часть емкости C подключается параллельно катушке L, при этом затухание, вносимое сопротивлением R_i в контур, уменьшается благодаря ослаблению связи между R_i и контуром. Но сопротивление контура, состоящего из элементов C_1, C_2 и L при резонансе, достаточно мало, и мы опять имеем эффект подавления (режекции). Для каждой величины R_i существует оптимальное соотношение между емкостями C_1 и C_2, обеспечивающее наибольшую режекцию.

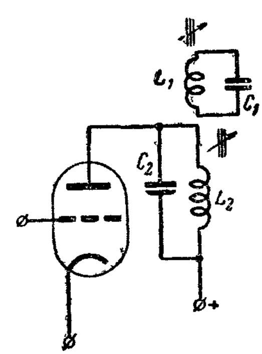


Рис. 74. Схема индуктивного режектора.

На рис. 73,*б* для режекции используется явление резонанса токов, т. е. параллельный колебательный контур. На резонансной частоте сопротивление контура между точками *bc* максимально, т. е. опять образуется делитель из сопротивления R_i, сопротивления контура при резонансе, которое очень велико, и сопротивления нагрузки $R_н$. Очевидно, хорошая режекция получится, если суммарное сопротивление, шунтирующее контур $(R_i+R_н)$, достаточно велико, а следовательно, и добротность контура тоже велика.

Существует еще один важный тип режектора, который представляет собой замкнутый LC контур, индуктивно связанный с основным усиливающим контуром (рис. 74). Наглядно можно объяснить его работу следующим образом.

На резонансной частоте полное сопротивление контура L_1C_1 минимально и равно очень малому омическому сопротивлению катушки L_1. Таким образом, для резонансной частоты получается своего рода короткозамкнутое кольцо, более или менее сильно связанное с катушкой основного контура L_2. Отбор энер-

гии этим кольцом при резонансе вызывает уменьшение усиления каскада.

Рассмотрим еще одну особенность подавления мешающих частот с помощью режекторных контуров. Речь идет о выбросах частотной характеристики на

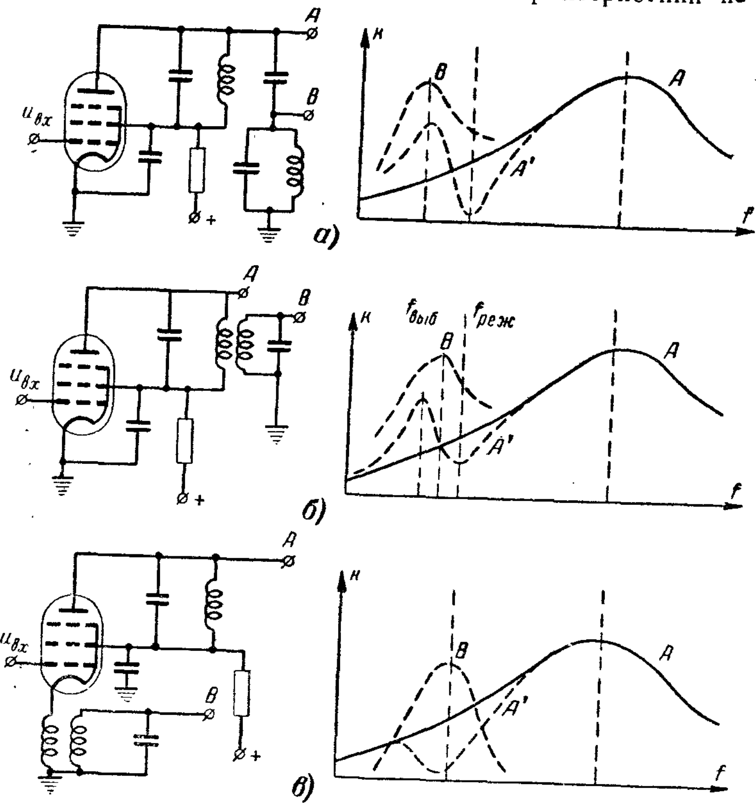


Рис. 75. Различные способы режекции.

частотах, близких к частоте режекции. На рис. 75 показаны принципиальные схемы некоторых способов режекции и частотные характеристики указанных каскадов. Сплошные кривые *А* изображают частотные характеристики анодных контуров без учета режекции. Эти кривые представляют собой зависимость величины амплитуды высокой частоты в точке *А* схемы от частоты входного напряжения $u_{вх}$, имеющего

постоянную амплитуду. Если теперь учесть влияние режекторных контуров, то частотные характеристики каскадов, снятые в точках *А*, пойдут так, как указано пунктирными линиями *А'*. Мы видим, что в каждом случае слева от «провала» частотной характеристики образуется подъем, который, вообще говоря, нежелателен, так как это может явиться источником различных помех и неустойчивости усиления. Для устранения этих выбросов частотной характеристики стараются от каждого режектора получить не очень большое ослабление. Следует обратить внимание на способ режекции, показанный на рис. 75,*в*; при этом способе выброс характеристики оказывается минимальным.

На графиках рис. 75 показаны также частотные характеристики, снятые в точках *В*. Таким путем обычно производится отсасывание колебаний звуковой промежуточной частоты. Теперь мы видим, что не всегда максимальное подавление совпадает с получением максимального сигнала звуковой частоты. Неправильное включение режекторных контуров для «отсоса» звука приводит иногда к так называемому «несовпадеиию картинки со звуком». Способ, показанный на рис. 75,*в*, является наилучшим, так как максимальный **«отсос» совпадает с наилучшей режекцией.**

На рис. 76 в логарифмическом масштабе показана частотная характеристика УПЧ, отнесенная к высокочастотному спектру сигнала. Такой масштаб позволяет выявить поведение характеристики в области малых усилений. «Седла» на характеристике являются результатом работы режекторных контуров.

Рассмотрим теперь, каким образом надо настроить контуры системы, при этом надо учесть то обстоятельство, что на управляющую сетку последней лампы УПЧ ($Л_4$) поступает сигнал, уже значительно усиленный предыдущими каскадами. Наибольшее усиление этот каскад обеспечивает на частоте, для которой его анодная нагрузка является резонансной. Чтобы этот каскад и на других, нерезонансных, частотах обеспечил такое же напряжение иа детекторе, что и на резонансной частоте, необходимо на управляющую сетку $Л_4$ подать большее напряжение. Это приведет к ограничению, так как амплитуда это-

го напряжения может оказаться очень большой и у лампы не хватит раствора сеточной характеристики, что в свою очередь приведет к ухудшению качества изображения и синхронизации. Конечно, с увеличением входного сигнала на управляющей сетке $Л_4$ прежде всего начнет ухудшаться синхронизация, а затем и само изображение. Так как спектр частот, занимаемый сигналами синхронизации, сосредоточен

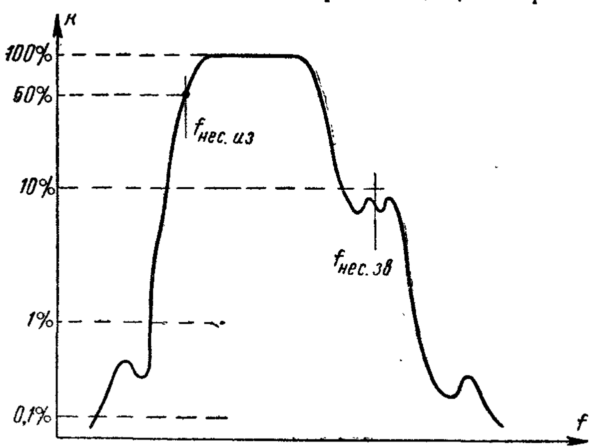


Рис. 76. Частотная характеристика УПЧ.

вблизи несущей частоты, то целесообразно анодную систему последнего каскада УПЧ настраивать на частоты, близкие к промежуточной несущей (35,25 *Мгц*). Настройка остальных контуров особой роли не играет.

Помимо описанного способа формирования частотной характеристики с помощью одиночных контуров, применяются и другие избирательные системы. В некоторых телевизорах («Рекорд», «Рубин») применяется схема фильтра, изображенная на рис. 77,*а*. Эта схема при сравнительно небольшом числе элементов дает хорошую форму частотной характеристики с большим ослаблением на частотах соседних каналов. Полная характеристика УПЧ образуется с помощью этого контура и еще двух или трех одиночных контуров.

Несмотря на то что такой фильтр представляет собой систему минимально фазовую, вносимые им искажения все же значительны. Своей простотой по конструкции и настройке описанный фильтр завоевал популярность. Существует еще ряд схем для формирования характеристики УПЧ. На рис. 77,*б в* и *г* показаны распространенные схемы межкаскадной связи УПЧ. На рис. 77,*б* и *в* элементом связи служит небольшое сопротивление $R_{св}$ (сотни ом). Это

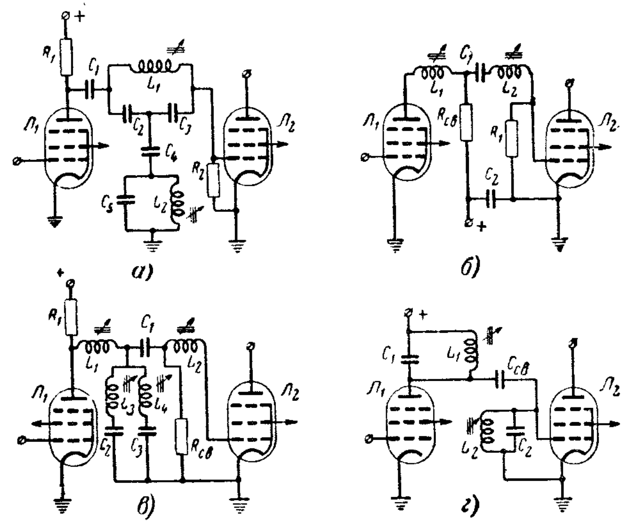


Рис. 77. Схемы межкаскадной связи УПЧ.

обеспечивает известную независимость настроек L_1 и L_2, которые образуют с помощью ламповых и монтажных емкостей два колебательных контура. Частотная характеристика такого фильтра имеет вид двугорбой кривой. Провал характеристики на средних частотах заполняется усилением одиночных контуров. На рис. 77,*в* схема развита применением двух режекторных контуров (C_2L_3 и C_3L_4). С помощью этих режекторов (их может быть и больше двух) формируются скаты частотной характеристики. В последнее время стали применять простую схему двухконтурного фильтра с емкостной связью между контурами (рис. 77,*г*).

Усилитель промежуточной частоты канала изображения выполняет еще одну важную функцию: с по-

мощью системы автоматической регулировки усиления в УПЧ контрастность изображения поддерживается постоянной при различных изменениях входного сигнала, а также при переходе с приема одного телевизионного канала на другой. Система автоматической регулировки усиления (АРУ) вырабатывает отрицательное напряжение, пропорциональное величине приходящего телевизионного сигнала. Это напряжение подается в качестве смещения на управляющие сетки первых ламп УПЧ. При увеличении интенсивности телевизионного сигнала на управляющие сетки ламп $Л_1$ и $Л_2$ (рис. 70) подается напряжение смещения, лампы подзапираются и их усиление уменьшается. Фильтр, образованный элементами C_2, R_5, C_4, предотвращает попадание на управляющие сетки регулируемых ламп нежелательных сигналов.

При изменении смещения на управляющих сетках ламп $Л_1$ и $Л_2$ меняются их входные емкости; чтобы скомпенсировать расстройку контуров, вызванную этими изменениями входных емкостей, катодное сопротивление ламп $Л_1$ и $Л_2$ конденсаторами не заблокировано. Возникшая благодаря этому обратная отрицательная связь уменьшает изменение входной емкости лампы при регулировке смещения.

В последних моделях телевизоров предусмотрена возможность изменения формы частотной характеристики УПЧ. Необходимость в такой регулировке вызвана следующими причинами. Многолетний опыт эксплуатации телевизоров показал, что в зависимости от конкретных местных условий приема, а также от качества и настройки антенно-фидерной системы для получения наилучшего изображения несущая частота должна располагаться на каком-то определенном уровне частотной характеристики в пределах от 0,2 до 0,8. Быстрая перестройка контуров УПЧ для получения той или иной характеристики, конечно, невозможна в домашних условиях. Поэтому в телевизорах предусматривается специальный регулятор формы характеристики, с помощью которого сам телезритель легко может установить тот или иной уровень несущей. Наибольшее распространение получил способ перестройки лишь одного из контуров УПЧ, а именно того контура, который в основном

формирует фронт несущей. Перестройку этого контура можно производить с помощью изменения емкости или индуктивности контура. Наибольшее распространение получил способ перестройки контура с помощью схемы с диодом (рис. 78,*а*). При изменении с помощью потенциометра R_3 напряжения, подаваемого на диод *Д*, сопротивление последнего меняется в больших

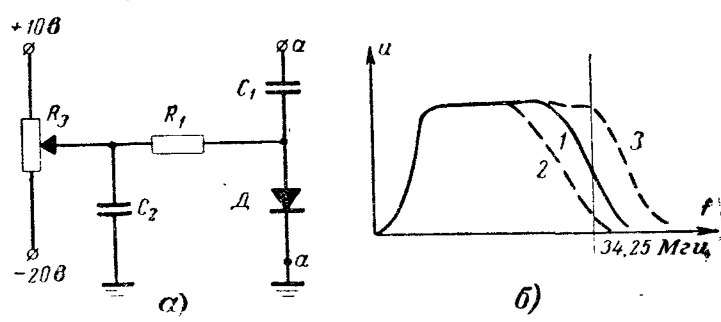


Рис. 78. Схема регулировки формы характеристики УПЧ.

пределах. Таким образом, в результате этого полная емкость между точками *аа* меняется примерно от величины C_1 (когда диод полностью открыт) до величины, равной примерно нулю (когда диод заперт). Если точки *а* подключить к контуру УПЧ, настроенному на 34 *Мгц*, то при изменении положения движка потенциометра R_3 будет меняться настройка этого контура. Кривая *1* (рис. 78,*б*) соответствует нормальной настройке контура (некоторое среднее положение движка потенциометра R_3). Кривая *2* соответствует верхнему положению движка, когда диод открыт и вся емкость C_1 подключена параллельно к перестраиваемому контуру. Кривая *3* будет иметь место в случае, когда диод заперт (движок внизу). Сопротивление R_1 служит для того, чтобы малое внутреннее сопротивление источников питания (вблизи крайних положений движка потенциометра) не шунтировало диод. Кроме того, потенциометр R_3 обычно удален от схемы УПЧ, поэтому чтобы в УПЧ не проникали паразитные сигналы, конденсатор C_2 помещается вблизи перестраиваемого контура.

Несколько слов необходимо сказать об особенностях настройки УПЧ при раздельных каналах изо-

бражения и звука (телевизоры «Темп-2», «Авангард» и др.). В этом случае непосредственно с анодной цепи смесителя или с первых каскадов УПЧ с помощью отсасывающего контура снимается промежуточная частота звука 27,75 *Мгц*, которая подается в самостоятельный канал, настроенный на частоту 27,75 *Мгц*. На рис. 79 представлена схема первого каскада УПЧ, в анодной цепи которого осуществляется разделение каналов. Непосредственно к усиливающей резонансной системе каскада подключен режекторный контур,

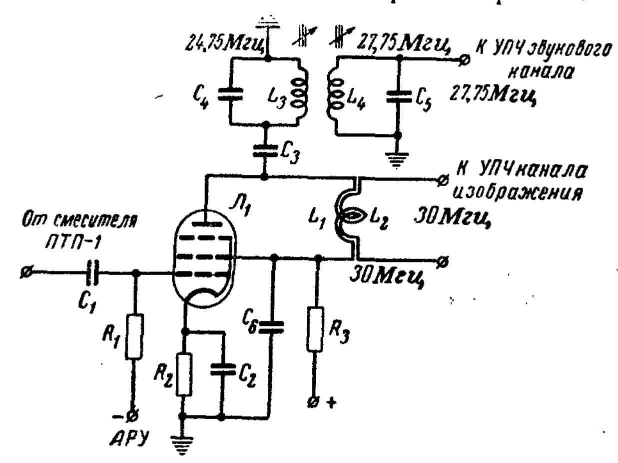


Рис. 79. Схема разделения каналов телевизора «Темп-2».

настроенный на одну из мешающих частот 24,75 *Мгц*. Полоса режекции этого контура достаточно широкая, так что он отбирает и частоту 27,75 *Мгц*. С катушкой этого режекторного контура L_3 слабо связан отсасывающий контур L_4, C_5, настроенный на промежуточную частоту звука 27,75 *Мгц*. Таким образом, мы имеем трехконтурный фильтр, обеспечивающий, во-первых, хорошую селекцию звукового сигнала, что полезно для уменьшения попадания сигнала изображения в звуковой тракт; во-вторых, такая система создает хорошую развязку между режектором L_4, C_5 и основной колебательной системой (L_1, L_2). Второе достоинство схемы позволяет вести раздельную регулировку каналов изображения и звука.

В остальном УПЧ канала изображения телевизора с раздельными трактами мало чем отличается от ранее описанного, за исключением того, что в каскадах, следующих за разделительным каскадом, вводится большое ослабление сигнала 27,75 *Мгц*, так как в этом случае этот сигнал является только помехой.

28. ВИДЕОДЕТЕКТОР

Выходной сигнал УПЧ канала изображения поступает на вход видеодетектора. Сейчас в телевизорах применяется детектор на диоде, так как он обладает высокой надежностью и вносит очень небольшие искажения. В современном телевизоре видеодетектор выполняет две задачи: во-первых, он выделяет огибающую промежуточной частоты сигнала изображения, т. е. видеосигнал; во-вторых, он как нелинейный прибор производит смешение промежуточных частот изображения и звука, в результате чего образуется вторая промежуточная частота звука 6,5 *Мгц* (первая промежуточная частота 27,75 *Мгц* проходит в УПЧ канала изображения).

Остановимся на некоторых особенностях работы детектора в телевизионном приемнике. На рис. 80,*а* показаны схема детектора, а на рис. 80,*б* — напряжения в различных точках схемы. Высокочастотное напряжение $u_а$, имеющее амплитудную модуляцию, преобразуется детектором в пульсирующее напряжение $u_в$. Это пульсирующее напряжение можно представить как сумму постоянной составляющей u_0, которая есть не что иное, как видеосигнал, и ряда высокочастотных компонент, представляющих собой гармоники промежуточной частоты (u_1, u_2, u_3 и т. д.) Таким образом, в нагрузке детектора имеются частоты, которые могут быть соизмеримы с несущими частотами. Так как спектр высокочастотных колебаний занимает полосу частот около 5—5,5 *Мгц*, то некоторые гармоники выходного напряжения детектора совпадут по частоте с составляющими входного высокочастотного сигнала. Эти гармоники могут различными путями попадать на антенный вход телевизора или на первые каскады УПЧ. Следовательно, образуется замкнутое кольцо обратной связи, что может привести к самовозбуждению. Если при наличии та-

кой обратной связи посмотреть на свип-генераторе частотную характеристику канала изображения, то она на некоторых частотах будет искажена так, как показано на рис. 80,*в*.

Проблема защиты канала от паразитных гармоник выходного напряжения детектора стала особенно ак-

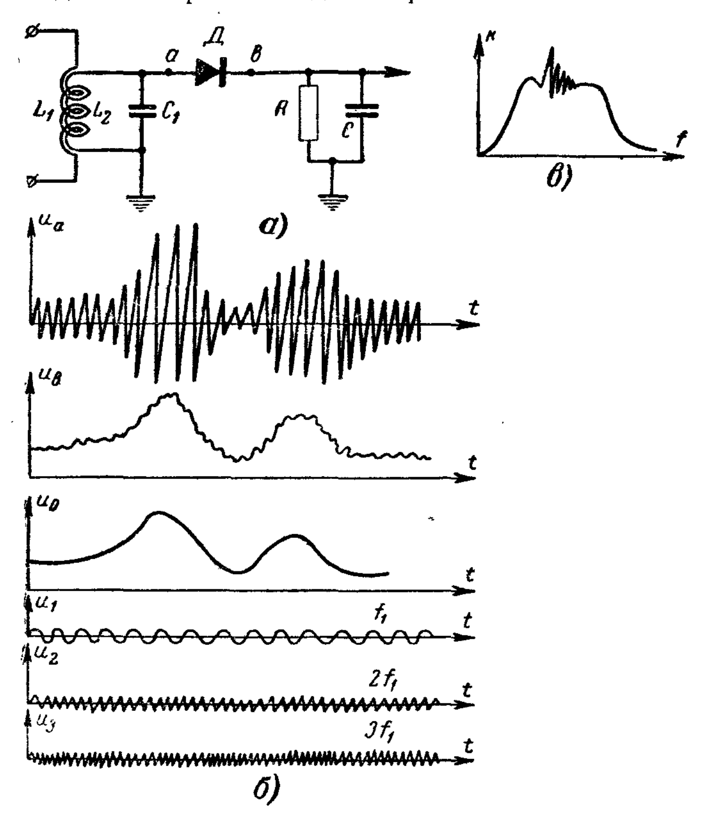


Рис. 80. Схема видеодетектора (*а*), осциллограммы напряжений на входе и выходе видеодетектора (*б*) и форма частотной характеристики при самовозбуждении канала изображения (*в*).

туальной в последнее время, когда чувствительность телевизоров по усилению (т. е. такое напряжение на входе телевизора, при котором на выходе образуется видеосигнал с размахом, например, 32 *в*) достигла единиц микровольт и даже небольшие связи между

нагрузкой детектора и входными цепями телевизора вызывают искажение частотной характеристики тракта и даже иногда самовозбуждение.

Чтобы уменьшить высокочастотные колебания в нагрузке детектора, можно увеличить емкость конденсатора *C* (рис. 80), но практически больше 10—20 *пф* ставить нельзя, так как эта емкость образует

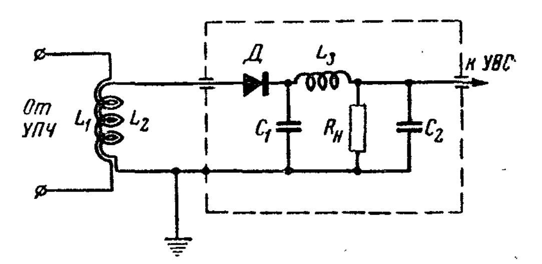


Рис. 81. Схема детектора современного телевизора.

вместе с выходным сопротивлением детектора интегрирующий фильтр, который «срезает» высокочастотные составляющие самого видеосигнала, что уменьшает четкость изображения.

Хорошей схемой подавления гармоник напряжения в нагрузке детектора, широко применяемой в современных телевизорах с высокой чувствительностью, является схема с фильтрующим дросселем в цепи нагрузки детектора (рис. 81). Все детали схемы, обведенные пунктирной линией, должны быть тщательно экранированы. Выходное напряжение диода фильтруется дросселем L_3 и конденсаторами C_1 и C_2. Дроссель должен иметь небольшую собственную емкость, тогда его фильтрующее действие распространяется до очень высоких частот.

Рассмотрим теперь вопрос о постоянной составляющей напряжения, возникающего в нагрузке детектора. Это необходимо знать для осуществления правильной связи детектора с видеоусилителем, а также для построения системы АРУ. Обратимся к рис. 82,*а*. Высокочастотные сигналы промежуточной частоты *А* и *Б* отличаются тем, что изображение в случае сигнала *Б* передается на более темном фоне, чем в слу-

чае сигнала *А*. Сигнал *В* отличается от предыдущих сигналов *А* и *Б* тем, что его максимальный уровень (вершины синхроимпульсов) ниже. Это уменьшение сигнала на выходе УПЧ может произойти в случае, если недалеко от дома, где расположен телевизор, пролетит самолет и своим металлическим фюзеляжем нарушит распределение электромагнитного поля, от-

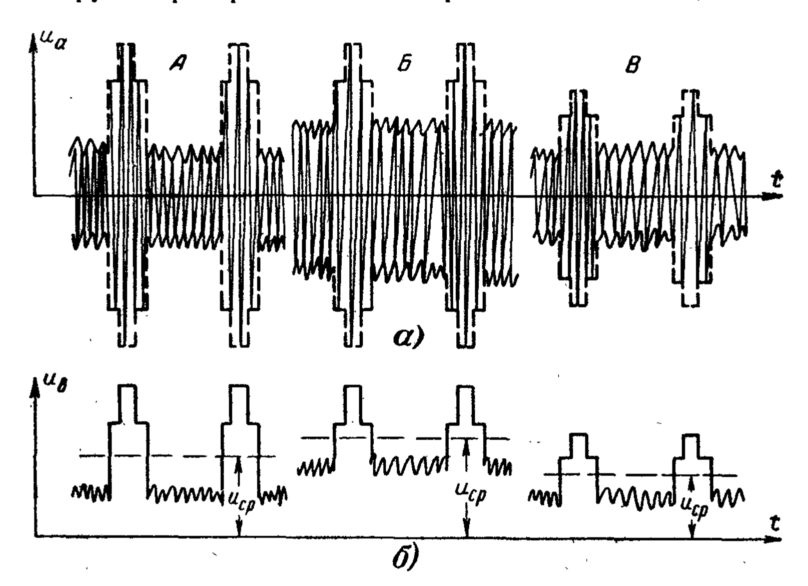


Рис. 82. Высокочастотный сигнал изображения (*а*) и видеосигнал с постоянной составляющей (*б*).

раженная от самолета радиоволна попадает в антенну в неблагоприятной фазе по отношению к прямой волне. В этом и подобных случаях должна сработать система АРУ и поддерживать сигнал на выходе УПЧ постоянным.

Таким образом, мерилом величины амплитуды сигнала промежуточной частоты является максимальное напряжение в нагрузке видеодетектора, соответствующее моментам передачи синхроимпульсов или гасящих сигналов, которые жестко связаны с синхроимпульсами. Из рис. 82,*б* видно, что вершины синхроимпульсов сохраняются на одном и том же уровне при

изменении фона или сюжета изображения (сигналы *А* и *Б*). Если же величина приходящего сигнала меняется, то меняется и уровень синхроимпульсов (сигнал *В*).

Кроме того, постоянная составляющая, т. е. среднее напряжение, во всех трех рассмотренных случаях различна и зависит как от величины приходящего сигнала (случай *В*), так и от сюжета изображения. Значит, среднее напряжение нельзя использовать в качестве регулирующего напряжения для системы АРУ.

29. УСИЛИТЕЛЬ ВИДЕОСИГНАЛОВ

Основное назначение усилителя видеосигналов (УВС) состоит в усилении видеочастоты. Сигнал, снимаемый с видеодетектора с полным размахом около 2 *в*, должен быть усилен до 30—40 *в*. Кроме этого, УВС используется для некоторого (дву- и трехкратного) усиления сигнала звука 6,5 *Мгц*. Усиленный видеосигнал подается также в цепи синхронизации. Рассмотрим вопрос о регулировке контрастности, который связан с построением схемы УВС. Изменение контрастности изображения можно получить, меняя величину видеосигнала, поступающего на катод или модулятор кинескопа. В прежних моделях телевизоров регулировка контрастности производилась путем изменения коэффициента усиления УПЧ канала изображения. Поэтому величина видеосигнала, поступающего в цепи синхронизации, менялась при изменении контрастности, что ухудшало качество синхронизации. Если применить в УВС два усилительных каскада, то этот недостаток можно устранить тем, что с анода первого каскада УВС снимается для целей синхронизации видеосигнал постоянного размаха, а регулировка контрастности производится во втором каскаде. Следует отметить, что вопрос о количестве каскадов в УВС нуждается в тщательном анализе.

Рассмотрим однокаскадный УВС, который сейчас применяется так же широко, как и двухкаскадный. Прежде всего установим, каким образом УВС связан с видеодетектором и кинескопом. В цепи синхронизации необходимо подавать видеосигнал положительной полярности; это обстоятельство сразу определяет, что

модуляция кинескопа должна производиться по катоду, а с детектора надо снимать видеосигнал отрицательной полярности.

Отрицательный видеосигнал дает в нагрузке детектора отрицательную постоянную составляющую. Если напряжение с детектора подать непосредственно

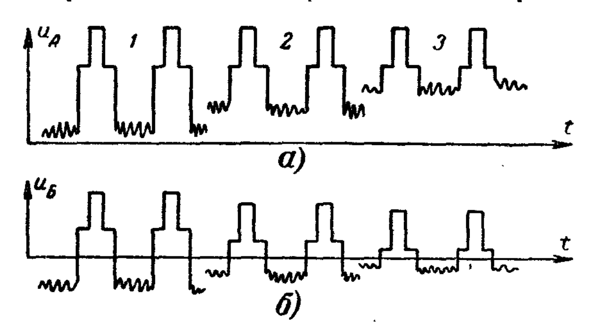


Рис. 83. Видеосигнал с постоянной составляющей (*а*) и видеосигнал без постоянной составляющей (*б*).

на управляющую сетку лампы УВС, то за счет постоянной составляющей, которая равна примерно 2,5—3 *в*, образуется смещение. Эта постоянная составляющая характеризуется сюжетом передаваемого изображения. При изменении сюжета величина этого смещения будет меняться, что вызовет изменение режима работы усилительной лампы. Это не очень сильно отражается на качестве изображения, но, что самое главное, может вызвать сильную паразитную модуляцию звукового сигнала 6,5 *Мгц* видеосигналом.

Вопрос о связи детектора с УВС тесно связан еще с вопросом передачи постоянной составляющей сигнала изображения, которая формирует общий фон картинки. Обратимся к рис. 83,*а*, на котором показаны три видеосигнала с различными постоянными составляющими. Последовательная передача этих сигналов может отразить, например, передачу заката и уменьшение яркости пейзажа. Если мы подадим такие сигналы на управляющую сетку УВС через переходный конденсатор, то на сетку попадет лишь переменная составляющая. Таким образом, будет неточно передана общая яркость изображения: темные кадры станут

более «серыми». Хорошо бы сигналы *2* и *3* (рис. 83,*б*) приподнять до уровня сигнала *1*, тогда мы восстановили бы постоянную составляющую.

Такая операция и производится с помощью восстановителей постоянной составляющей. Рассмотрим работу такой схемы, выполненной на диоде

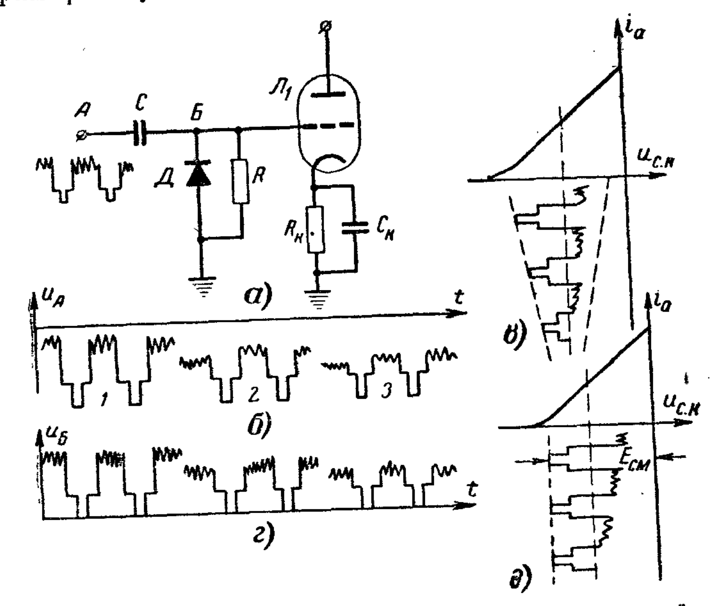


Рис. 84. Схема восстановителя постоянной составляющей.

(рис. 84,*а*). Если бы отсутствовал диод *Д*, то отрицательный видеосигнал u_A (рис. 84,*б*) потерял бы постоянную составляющую и его положение относительно сеточной характеристики было бы таким, как показано на рис. 84,*в*. Схема с диодом работает следующим образом. Когда идут синхроимпульсы «светлого» сигнала (деталь *1* на рис. 84,*б*), то диод отпирается и заряжает конденсатор *С*; нескольких сотен импульсов достаточно, чтобы конденсатор *С* зарядился до пикового значения видеосигнала. Таким образом, в промежутках между синхроимпульсами на сопротивлении *R* появится положительное относительно земли напряжение, равное полному размаху видео-

сигнала. Благодаря этому в точке *Б* весь видеосигнал будет смещен в положительную область.

Полезно еще и такое рассуждение: так как диод *Д* немедленно открывается, как только точка *Б* становится отрицательной по отношению к земле и его сопротивление становится очень малым, можно считать, что весь сигнал в точке *Б* будет положительным за счет постоянного напряжения конденсатора *С*. Происходит как бы «привязка» вершин синхроимпульсов к нулевому уровню — уровню фиксации синхроимпульсов. Такую схему называют еще и схемой привязки или фиксации уровня. Можно нижний вывод диода подключить не к земле, а к какому-либо напряжению *Е*, тогда схема будет «привязывать» вершины синхроимпульсов к уровню *Е*.

Итак, каковы бы ни были сюжет и фон изображения (детали *1*, *2*, *3*, рис. 84,*б*), синхроимпульсы поступят на сетку лампы УВС на одном и том же уровне, в данном случае на уровне нулевого напряжения. Если теперь создать необходимое смещение с помощью катодного сопротивления $R_к$ (рис. 84,*а*), то видеосигнал будет расположен относительно сеточной характеристики лампы так, как показано на рис. 84,*д*. Если теперь менять контрастность изображения путем изменения величины видеосигнала или будет меняться сюжет изображения, то синхроимпульсы будут все время находиться на одном и том же уровне $E_{см}$. Схема имеет тот недостаток, что если сначала шел «светлый» сигнал и на конденсаторе *С* отложилась большая постоянная составляющая, то при прохождении «серых» или «темных» сигналов диод окажется запертым, и схема некоторое время не фиксирует уровень синхроимпульсов, пока конденсатор *С* немного не разрядится через сопротивление *R*.

Несмотря на этот недостаток, такая схема фиксации широко применяется.

Теперь обратимся к вопросу о коррекции частотной характеристики видеоусилителя. Полоса частот, занимаемая видеосигналом, простирается от 0 до 5—5,5 *Мгц*, и частотная характеристика УВС должна иметь вид, показанный на рис. 85. Некоторый подъем усиления в области 5 *Мгц* полезен, так как при этом повышается четкость изображения.

Если использовать обычный усилитель с активным сопротивлением в качестве анодной нагрузки, то благодаря паразитным емкостям будет происходить «завал» высоких частот и частотная кривая пошла бы так, как показано пунктиром на рис. 85. Существует множество различных схем коррекции частотной характеристики, но мы рассмотрим лишь одну типичную

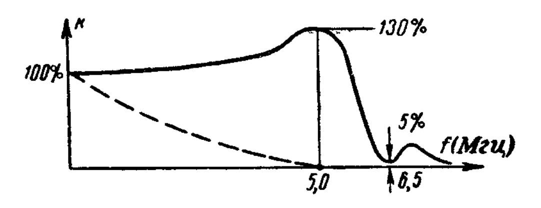


Рис. 85. Частотная характеристика УВС.

схему, содержащую ряд дополнительных элементов (рис. 86).

Видеосигнал в отрицательной полярности с нагрузки детектора поступает на управляющую сетку лампы

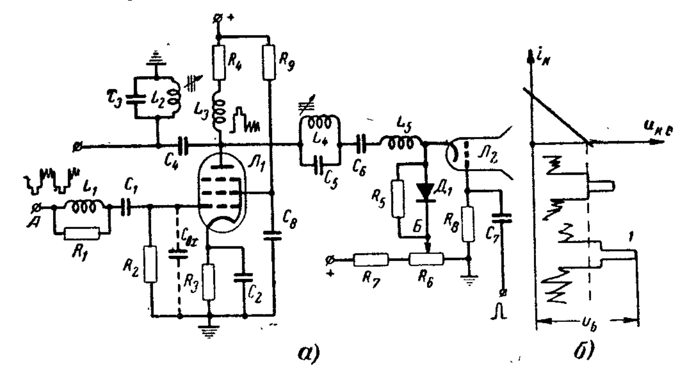


Рис. 86. Схема типичного видеоусилителя.

через корректирующий дроссель L_1 и переходный конденсатор C_1. Дроссель L_1 вместе с входной емкостью лампы $C_{вх}$ образует колебательный контур, настроенный на частоту, равную примерно 5 *Мгц*. Для расширения полосы пропускания этого контура индуктивность L_1 шунтирована сопротивлением R_1. Таким образом, в сеточной цепи УВС происходит некоторый

подъем усиления на высоких частотах спектра видеосигнала. Этот подъем необходим потому, что в видеодетекторе из-за большого эквивалентного сопротивления диода для видеосигналов происходит «завал» высоких частот.

Смещение на управляющей сетке лампы УВС обычно обеспечивается катодной цепью R_3, C_2.

Итак, видеосигнал, лишенный постоянной составляющей, поступает на управляющую сетку УВС. Анодная нагрузка состоит в основном из сопротивления R_4 и индуктивности L_3 (конечно, в состав нагрузки входят также все элементы, тем или иным образом подключенные к аноду лампы). Положительный видеосигнал через ряд элементов поступает на катод трубки. Контур, образованный емкостью C_5 и индуктивностью L_4, представляет собой режектор, настроенный на 6,5 *Мгц* и предотвращающий попадание этой звуковой поднесущей на модулирующий электрод кинескопа. Дроссель L_5 вместе с входной емкостью кинескопа образует корректирующий контур, точно такой же, как и в цепи управляющей сетки лампы.

Диод $Д_1$ служит для привязки уровня синхроимпульсов к потенциалу точки *Б*, что дает восстановление постоянной составляющей. Какую бы яркость изображения мы ни установили с помощью потенциометра R_6, вершины синхроимпульсов всегда будут располагаться так, как показано на рис. 86,*б*. Здесь изображена зависимость катодного тока или пропорциональной ему яркости трубки от разности потенциалов между катодом и модулятором кинескопа. Из этого рисунка видно, что изменение яркости состоит в изменении смещения $U_Б$, а изменение контрастности — в увеличении амплитуды видеосигнала (деталь *1*).

Кстати отметим, что через конденсатор C_7 на модулятор кинескопа подаются отрицательные импульсы, которые запирают кинескоп на время строчного и кадрового обратных ходов. Это позволяет не заботиться о хорошей форме гасящих сигналов, которые сами должны были бы запирать кинескоп на время обратных ходов.

С анода лампы УВС снимается также поднесущая 6,5 *Мгц*; осуществляется это с помощью разного рода отсасывающих контуров, один из которых изображен

на рис. 86,*а* (C_3, C_4, L_2). Этот отсасывающий контур создает также некоторое ослабление частотной характеристики УВС вблизи частоты 6,5 *Мгц*. Действие обоих режекторных контуров выражается в появлении «седла» на частотной характеристике (рис. 85).

Несколько слов о подъеме частотной характеристики. Обычно в области частот 4,5—5 *Мгц* частотная характеристика имеет небольшой подъем. Иногда этот подъем достигает 200%, как, например, в телевизоре «Авангард». Такое подчеркивание высоких частот, если оно не вносит больших фазовых искажений, повышает четкость изображения. В телевизорах последних выпусков подъем частотной характеристики составляет всего 20—30%, чего вполне достаточно для получения хорошей четкости.

30. УСИЛИТЕЛИ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ И НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ ЗВУКОВОГО КАНАЛА

В этой части телевизора происходят следующие преобразования: сигнал промежуточной частоты звука 6,5 *Мгц* сначала усиливается, затем он подвергается амплитудному ограничению, при котором уменьшается паразитная амплитудная модуляция, затем в частотном детекторе производится выделение низкой частоты звука, которая усиливается в УНЧ и подается на громкоговоритель. Рассмотрим работу каждого участка в отдельности.

На рис. 87 показана схема типичного усилительного каскада звукового канала. Контур, образованный элементами C_1, C_2, L_1, резонирует на частоте 6,5 *Мгц*; он служит для селективного отбора звукового сигнала с нагрузки видеодетектора или анода УВС. Частотная характеристика этого контура (K_1, рис. 87,*б*) почти точно совпадает с частотной характеристикой одиночного контура. В анодной цепи усилителя обычно используется полосовой фильтр, частотная кривая которого имеет крутые спады, что позволяет хорошо отсеять различные мешающие сигналы. В первую очередь это касается близко расположенных частот видеоспектра (4—5 *Мгц*), проникновение которых в звуковой канал вызывает появление искажения звука.

Результирующая частотная характеристика представляет собой кривую с довольно крутыми спадами

(рис. 87,*б*). Ширина этой кривой на уровне 70% составляет примерно 300 *кгц*.

Напряжение с вторичного контура анодной цепи усилителя (L_3, C_7) подается на управляющую сетку амплитудного ограничителя, который работает сле-

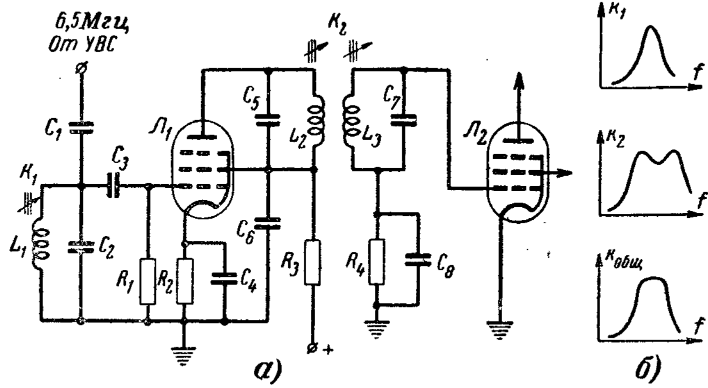


Рис. 87. Схема усилительного каскада УПЧ звука.

дующим образом. Сеточные токи, которые возникают при подаче сигнала, вызывают на сопротивлении R_4 падение напряжения, смещающего рабочую точку сеточной характеристики ($E_{см}$ на рис. 88). Экранное напряжение лампы $Л_2$ выбирается достаточно малым (20—40 *в*), благодаря чему раствор сеточной характеристики лампы становится узким; при отрицательном напряжении на сетке ограничителя около 3—5 *в* лампа уже заперта. Таким образом, паразитная амплитудная модуляция нижней (отрицательной) огибающей хорошо «срезается» отсечкой анодного тока (точка *А*, рис. 88). Положительная огибающая подрезается в меньшей степени, но все

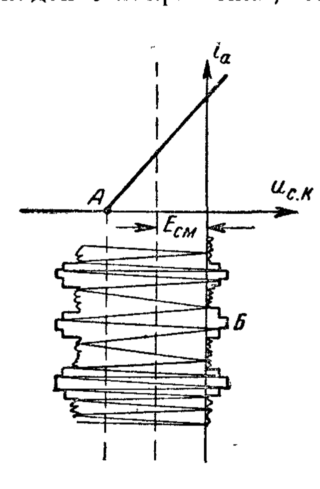


Рис. 88. Амплитудное ограничение ЧМ сигнала.

же за счет сеточных токов происходит некоторое ограничение и верхней огибающей (деталь *Б* на рис. 88).

Окончательное устранение влияния паразитной амплитудной модуляции производится частотным детектором.

Существует несколько способов выделения низкой (звуковой) частоты ЧМ колебаний. Остановимся на

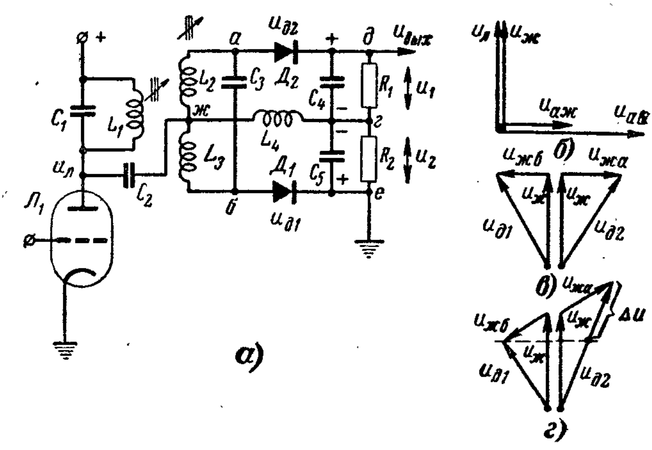


Рис. 89. Схема дискриминатора.

двух наиболее распространенных схемах частотных детекторов дискриминатора и детектора отношений.

Рассмотрим схему дискриминатора (рис. 89). Контуры, составленные из элементов L_1, C_1 и L_2, L_3, C_3 настроены точно на частоту 6,5 *Мгц*. Сначала рассмотрим случай, когда на вход лампы $Л_1$ поступает сигнал 6,5 *Мгц* без частотной модуляции. Напряжение на вторичном контуре ($u_{аб}$) сдвинуто по фазе на 90° по отношению к первичному напряжению. Это отражено на рис. 89,*б* векторами $u_л$ и $u_{аб}$. Катушка вторичного контура имеет среднюю точку *ж*, так что все вторичное напряжение складывается из двух одинаковых напряжений $u_{аж}$ и $u_{жб}$.

В точку *ж* через конденсатор C_2 с анода лампы подается все напряжение $u_л$. Теперь рассмотрим, как работают остальные участки схемы. Элементы R_1, R_2, C_4, C_5 вместе с обоими диодами образуют два обычных амплитудных детектора. На первый детектор $Д_1$

высокочастотное напряжение подается с точек *б* и *ж*, а на второй детектор — с точек *а* и *ж*. Полное напряжение высокой частоты между точками *г* и *б* складывается из падения напряжения на индуктивности L_3 и дросселе L_4. Так как правый конец дросселя (точка *г*) по высокой частоте заземлен конденсатором C_5, то падение напряжения на этом дросселе равно напряжению в точке *ж* ($u_ж$). (На индуктивности L_3 падает половина вторичного напряжения).

На рис. 89,*в* показано, как следует складывать эти два вектора напряжения, сдвинутых по фазе друг относительно друга на 90°: сложение происходит по правилу параллелограмма; результирующий вектор $u_{д1}$ проводится как диагональ параллелограмма, построенного на складываемых векторах. Таким образом, когда на вход лампы поступает немодулированная несущая, то на оба детектора приходится по одинаковому напряжению. В результате детектирования на нагрузках детекторов выделяются постоянные напряжения u_1 и u_2, пропорциональные входным напряжениям $u_{д1}$ и $u_{д2}$. При резонансе оба напряжения на нагрузках детекторов одинаковы, следовательно, полное выходное напряжение, равное сумме этих постоянных напряжений, составит нуль, так как диоды включены навстречу друг другу.

Пусть теперь несущая частота отклонилась от среднего значения на какую-то величину Δf. Это немедленно вызовет сдвиг фазы вторичного напряжения по отношению к первичному напряжению на какой-то угол. На рис. 89,*г* показано, как этот фазовый сдвиг отразится на векторной диаграмме. Теперь напряжения $u_{д1}$ и $u_{д2}$ оказываются разными по амплитуде; напряжение, приложенное к детектору на диоде $Д_2$, оказывается бóльшим по амплитуде. Так как выпрямленные напряжения тоже будут различны, а именно напряжение на конденсаторе C_4 будет больше, чем напряжение на конденсаторе C_5, то выходное напряжение будет положительным.

Можно легко представить, что случится, если отклонение несущей частоты произойдет в другую сторону: высокочастотное напряжение на диоде $Д_1$ станет бóльшим, а выходное напряжение примет отрицательный знак.

Это наглядно иллюстрируется с помощью частотной характеристики дискриминатора (рис. 90). Эта кривая представляет собой статическую зависимость между величиной выходного напряжения дискриминатора и частотой входного напряжения. Обычно используется для работы лишь линейный участок характеристики ΔF, на котором имеет место линейная (пропорциональная) зависимость между напряжени-

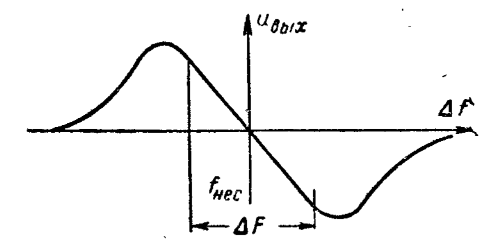


Рис. 90. Частотная характеристика дискриминатора.

ем на выходе и частотой на входе. Уменьшение выходного напряжения при больших отклонениях частоты от несущей (рис. 90) объясняется тем, что вследствие избирательных свойств анодного контура ограничителя усиление системы падает при значительных отклонениях частоты.

Как нетрудно заметить, если ЧМ сигнал вдруг увеличится по амплитуде, то это обнаружится на выходе дискриминатора. Это указывает на то, что дискриминатор плохо подавляет паразитную амплитудную модуляцию ЧМ сигнала, а поднесущая 6,5 *Мгц* имеет такую паразитную модуляцию (см. стр. 36). Поэтому приходится перед дискриминатором ставить хорошие ограничители, чтобы устранить фон кадровой частоты от этой паразитной модуляции.

От этого недостатка свободна схема дробного детектора (особый вид частотного детектора). На рис. 91 показана принципиальная схема дробного детектора, или, как его иначе называют, детектора отношений. В отличие от предыдущей схемы дискриминатора полное напряжение между точками *ав* постоянно при отклонениях частоты, а меняется отношение между напряжениями u_1 и u_2 (рис. 89,*а*). Стабилизацию

напряжения между точками *ав* производит конденсатор C_5, имеющий сравнительно большую емкость. Отличием схемы дробного детектора от дискриминатора является согласованное включение диодов $Д_1$ и $Д_2$. Работа схемы происходит следующим образом. Фаза напряжения на вторичном контуре, так же как и в предыдущем случае, отклоняется при изменениях частоты входного сигнала. Следовательно, на детекторы, образованные диодами $Д_1$ и $Д_2$, поступают различные напряжения в зависимости от фазовых соотношений между первичным и вторичным напряжениями. Выходные напряжения этих детекторов включены согласованно, благодаря чему на конденсаторе C_5 имеется сумма этих напряжений. Если скачком увеличить амплитуду входного сигнала, то суммарное выходное напряжение не сможет столь же быстро увеличиться из-за инерционных свойств конденсатора C_5. Этой инерционности способствует также и то, что перезаряд C_5 происходит через дополнительные сопротивления R_1 и R_2.

При быстрых изменениях амплитуды ЧМ сигнала напряжение между точками *а* и *в* остается постоянным. Следовательно, выходное напряжение, снимаемое с части полного выходного сопротивления, также не будет содержать в себе огибающей ЧМ сигнала. При отклонениях мгновенной частоты ЧМ сигнала от средней 6,5 *Мгц* напряжения на каждой из нагрузок R_3 и R_4 меняются, однако их сумма остается постоянной.

Если теперь медленно увеличить амплитуду приходящего ЧМ сигнала, то напряжение на конденсаторе C_5 также будет медленно увеличиваться, а следовательно, возрастет и выходное напряжение звуковой частоты, снимаемое с сопротивления R_4. Это явление используется для автоматической регулировки усиления по звуковому каналу; напряжение с конденсатора C_5 подается на сетки регулируемых ламп в соответствующей полярности. С сопротивления R_4 вместе со звуковыми колебаниями снимают также постоянную составляющую, которая равна примерно половине напряжения на стабилизирующем конденсаторе C_5.

Можно несколько упростить схему дробного детектора и представить ее в виде, изображенном на

рис. 92, в котором она обычно и применяется. В отличие от схемы, показанной на рис. 91, напряжение подается через катушку L_2, которая одновременно играет роль дросселя (сравните с дросселем L_4 на рис. 91).

Звуковой сигнал к УНЧ обычно подается через интегрирующее звено обратной коррекции (R_4, C_5

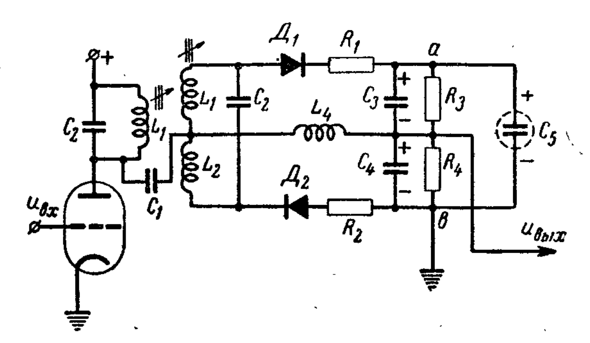


Рис. 91. Схема дробного детектора.

на рис. 92). Для лучшего подавления помех на передатчике искусственно с помощью дифференцирующей цепочки поднимают усиление на высоких частотах звукового спектра, что уменьшает относительное влияние разного рода помех, чаще всего засоряющих именно высокочастотную часть спектра. Избыток высокой частоты подавляется в телевизоре с помощью цепочки обратной корекции R_4, C_5, а вместе с этим, очевидно, подавляются и помехи.

В телевизорах встречаются и другие частотные детекторы, однако все они уступают дробному детектору по надежности, простоте и, что самое главное, по эффективности подавления паразитной амплитудной модуляции.

С выхода частотного детектора низкоча-

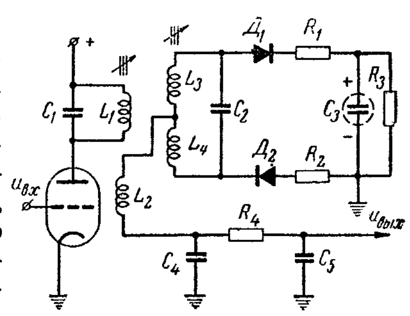


Рис. 92. Практическая схема дробного детектора.

стотное напряжение подается на усилитель низкой частоты. Рассмотрим типичную схему УНЧ телевизора «Темп-3», которая может обеспечить хорошее звучание. Упрощенная принципиальная схема УНЧ показана на рис. 93. Звуковой сигнал сначала усиливается обычным резистивным каскадом на лампе $Л_1$. Затем через цепь регулировки тембра сигнал поступает на

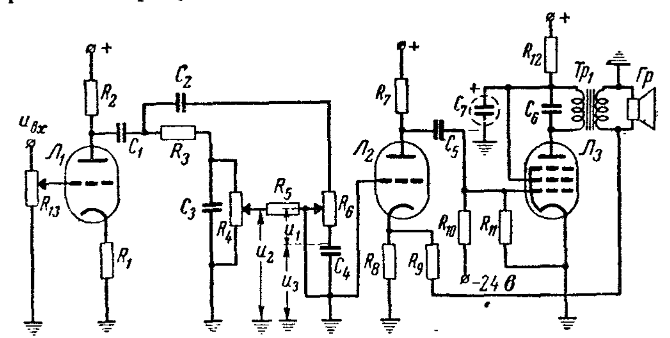


Рис. 93. Упрощенная схема УНЧ телевизора «Темп-3».

второй каскад $Л_2$ и, наконец, в обычный усилитель мощности $Л_3$. Схема регулировки тембра в телевизоре «Темп-3», заимствованная из радиоприемника «Рига-10», довольно интересная и на ней стоит остановиться. Низкочастотный сигнал после переходного конденсатора большой емкости C_1 разветвляется по двум путям. Сопротивление R_3 и конденсатор C_3 образуют интегрирующую цепь, поэтому на конденсаторе C_3, а следовательно, и на потенциометре R_4 имеется в основном низкочастотная часть звукового спектра. Конденсатор C_2 и сопротивление R_6 образуют дифференцирующую цепь, отбирающую только высокочастотные компоненты сигнала. Конденсатор C_4 для высоких частот представляет собой небольшое по сравнению с R_6 сопротивление, поэтому он не участвует в процессе дифференцирования. Напряжение u_2, снятое с потенциометра R_4, подается на конденсатор C_4 через сопротивление R_5, при этом на нижней части потенциометра R_6 падения напряжения низкой частоты не происходит (так как конденсатор C_4 для низких частот представляет большое сопротивление).

Таким образом, напряжение u_3 в основном равно напряжению u_2, т. е. низкочастотной компоненте. Полное напряжение, подаваемое в предоконечный усилитель $Л_2$, равное сумме напряжений u_1 и u_3, состоит из раздельно регулируемых высокочастотной и низкочастотной составляющих. С помощью потенциометров R_4 и R_6 можно регулировать тембры звучания.

В некоторых телевизорах (например, «Рубин-102») регулировка тембров производится не плавно, а скачками, с помощью клавишного переключателя, имеющего несколько фиксированных положений. В каждом положении переключателя УНЧ имеет определенную частотную характеристику, которая и определяет тембровую окраску звучания. Например, при воспроизведении симфонической музыки частотная характеристика равномерна, при воспроизведении джазовой музыки производится сильный подъем усиления на низких и высоких частотах.

Часть выходного сигнала с вторичной обмотки выходного трансформатора (делитель напряжения R_8, R_9) подается в катодную цепь предоконечного усилителя в виде обратной связи, что уменьшает нелинейные искажения.

Рабочее смещение на управляющей сетке выходного каскада создается с помощью делителя напряжения R_{10} и R_{11}, причем полное сопротивление в сеточной цепи должно быть достаточно велико, чтобы не происходило «завала» низких частот.

31. УКВ ЧМ ТРАКТ ТЕЛЕВИЗОРА

Наилучшим способом приема сигналов УКВ станций является применение специального входного блока, в котором осуществляются избирательное усиление сигнала по высокой частоте и гетеродинирование. Рассмотрим по частям работу УКВ ЧМ блока, применяемого в телевизоре «Темп-3».

Полоса частот, занимаемая одной станцией УКВ ЧМ диапазона, составляет примерно 150—200 *кгц*, следовательно, входные цепи вместе с анодным контуром УВЧ должны иметь частотную характеристику с полосой пропускания, равной 200—300 *кгц*. Так как станции УКВ могут работать на любой частоте в диапазоне 64,5—73 *Мгц*, то целесообразно ввести плав-

ную настройку высокочастотных контуров. Главная проблема заключается в точном сопряжении частоты гетеродина с частотами настройки контуров УВЧ. Необходимо одновременно так перестраивать колебательный контур гетеродина и избирательные контуры высокой частоты, чтобы разность между частотой гетеродина и резонансной частотой контуров УВЧ была постоянна на всем диапазоне частот настройки и равна промежуточной частоте, которая в телевизоре «Темп-3» составляет 6,5 *Мгц*.

В рассматриваемом блоке перестройка всех контуров производится путем перемещения в катушках алюминиевых сердечников, введение которых внутрь катушки уменьшает ее индуктивность. Такая система настройки выгодно отличается от обычной системы настройки с помощью блока переменных конденсаторов тем, что она устраняет возможность появления микрофонного эффекта. Пластины переменных конденсаторов имеют большие поверхности, и поэтому звуковые колебания могут вызвать изменение емкости, а следовательно, и микрофонный эффект.

Надо отметить, что в телевизоре «Темп-3» высокочастотный УКВ блок используется не совсем правильно. При промежуточной частоте 6,5 *Мгц* появляется опасность взаимных помех между соседними телевизорами, так как при приеме УКВ станций, работающих на низкочастотном участке диапазона УКВ ЧМ, частота гетеродина сама, оказывается, лежит внутри этого диапазона. Излученный антенной сигнал гетеродина может явиться серьезной помехой для другого телевизора. Действительно, если станция работает на частоте 65 *Мгц*, то частота гетеродина должна быть равна 65 *Мгц*+6,5 *Мгц*=71,5 *Мгц*, а эта частота лежит в высокочастотном участке диапазона УКВ.

Очевидно, блок будет правильно использован тогда, когда промежуточная частота не меньше, чем ширина диапазона, т. е. 73 *Мгц* — 64,5 *Мгц*=8,5 *Мгц*.

По этой причине в некоторых моделях телевизоров применяется двойное гетеродинирование, что следует признать более целесообразным. С выхода УКВ ЧМ блока при этом снимается первая промежуточная частота (около 12 *Мгц*) затем следует второй смеси-

тель, преобразующий первую промежуточную частоту в основную (6,5 *Мгц*).

На рис. 94 показана принципиальная схема типичного каскада для усиления сигналов УКВ. Схема имеет интересную особенность — у нее заземлен не катод и не управляющая сетка (как показано пунктирными линиями), а некоторая промежуточная точка катушки L_2 между сеткой и катодом.

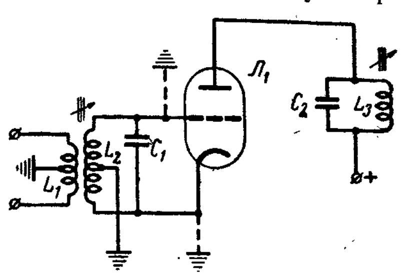


Рис. 94. Упрощенная схема входной цепи УКВ ЧМ блока.

Схема с заземленным катодом имеет преимущество, заключающееся в том, что входное сопротивление лампы при этом велико, и удается получить значительное усиление сигнала в самой входной цепи на повышающем трансформаторе L_1, L_2. Однако схема эта имеет недостаток, заключающийся в том, что она склонна к самовозбуждению из-за влияния проходной емкости $C_{а.с}$.

Если же применить схему с заземленной управляющей сеткой, то она характерна малым входным сопротивлением лампы и устойчивым усилением, так как заземленная сетка представляет собой своего рода экран, отделяющий входную цепь (в данном случае цепь катода) от выходной цепи (анодной), и наоборот. Однако из-за низкого входного сопротивления нельзя получить большого усиления во входной цепи и, кроме того, малое входное сопротивление лампы сильно шунтирует входной контур, вызывая излишнее увеличение его полосы пропускания.

Если же заземлить некоторую среднюю точку входного контура, то можно найти компромиссное решение между необходимой устойчивостью, коэффициентом передачи входной цепи и ее полосой пропускания.

В некоторых блоках, помимо этого, применяют еще и мостиковую нейтрализацию проходной емкости $C_{а.с}$ для повышения устойчивости (например, как это сделано в блоке ПТК), однако даже с помощью тако-

го простого средства, как заземление промежуточной точки входного контура, можно получить хорошие результаты на обычном триоде 6Н3П.

Для того чтобы несколько уменьшить шунтирующее действие входного сопротивления лампы, применяют неполное включение контура, как это показано на рис. 95. Смещение получается за счет падения напряжения на сопротивлении R_1.

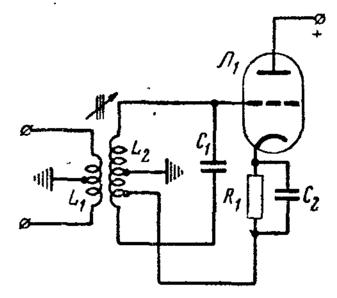


Рис. 95. Практическая схема входной цепи УКВ ЧМ блока.

Рассмотрим теперь интересную схему, в которой одна лампа одновременно выполняет функции и гетеродина, и смесителя (рис. 96). Колебательный контур, задающий частоту гетеродина, состоит из элементов C_6, C_5 и L_3. Положительная обратная связь создается с помощью катушки L_2, подводящей часть анодного высокочастотного напряжения к управляющей сетке лампы $Л_2$. Конденсатор C_4 и сопротивление R_1 образуют цепочку, на которой вырабатывается отрицательное смещение на сетке лампы за счет сеточных токов. Величины указанных элементов выбираются такими, чтобы генерация была не очень интенсивной — смещение на управляющей сетке должно быть около 1,2—1,5 *в*.

Одновременно на управляющую сетку через конденсатор C_3 поступают колебания высокой частоты из анодной цепи УВЧ. В анодной цепи смесительной лампы выделяется промежуточная частота 6,5 *Мгц*. Так как контуры гетеродина и анодной цепи УВЧ довольно сильно связаны между собой, всякая перестройка контура гетеродина неминуемо вызывает перестройку контура высокой частоты, тем более, что их резонансные частоты отличаются всего на 6,5 *Мгц*. Для устранения этого в схеме используется мостиковое включение катушек контуров (рис. 96,*б*). Катушка гетеродина L_2 и связанная с ней катушка L_3 оказываются включенными в одну диагональ моста, а катушка УВЧ контура L_1 — в другую диагональ.

Если мост стабилизировать, что делается один раз при разработке блока, то влияние между катушками становится очень малым. Отметим, что одной из емкостей, составляющих мост, является входная емкость лампы $C_{вх}$.

Для того чтобы можно было получить большое усиление по промежуточной частоте на преобразова-

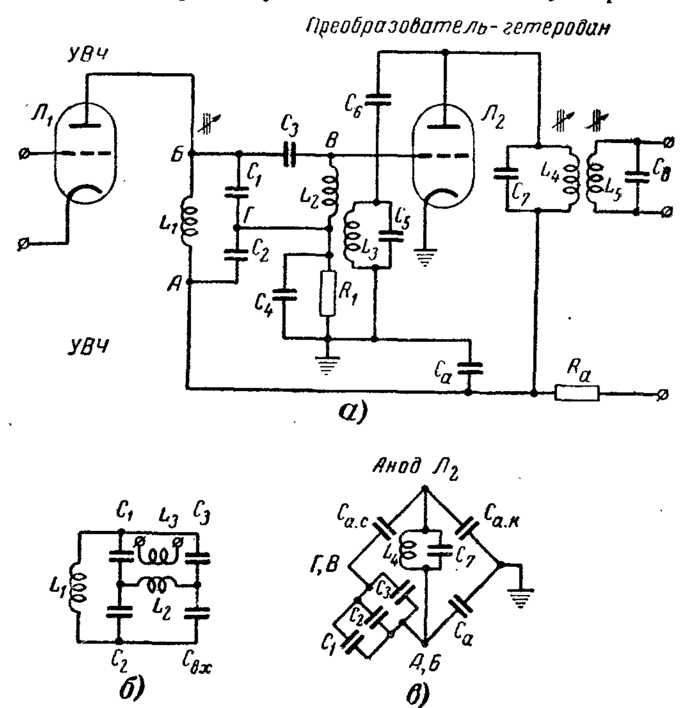


Рис. 96. Схема преобразователя УКВ ЧМ блока.

тельном триоде $Л_2$, необходимо нейтрализовать проходную емкость $C_{а.с}$, т. е. устранить проникновение высокочастотного напряжения из анодной цепи на управляющую сетку. На рис. 96,*в* показан один из вариантов мостиковой нейтрализации. Конденсатор C_a, который по высокой частоте обладает хорошими развязывающими свойствами, представляет для промежуточной частоты уже некоторое сопротивление, по-

этому на нем создается падение напряжения промежуточной частоты 6,5 *Мгц*. Катушки L_1 и L_2 для промежуточной частоты представляют весьма малые сопротивления, поэтому точки *А* и *Б* по промежуточной частоте эквипотенциальны так же, как и точки *В* и *Г*. Из мостиковой эквивалентной схемы (рис. 96,*в*) видно, что если мост сбалансирован, то отсутствует связь между анодной цепью и сеточной. Эта мера настолько повышает устойчивость преобразователя, что общий коэффициент усиления блока при серийном производстве составляет не менее 150. Анодная колебательная система преобразователя представляет собой полосовой фильтр со слабой связью между контурами, благодаря чему частотная характеристика этого контура имеет вид одногорбой кривой с крутыми скатами.

С выхода УКВ ЧМ блока сигналы промежуточной частоты звука 6,5 *Мгц* поступают на вход усилителя промежуточной частоты звукового канала.

32. ЦЕПИ СИНХРОНИЗАЦИИ

Главное назначение цепей синхронизации состоит в формировании сигналов для правильной работы кадрового и строчного генераторов развертки. Фронты синхроимпульсов полного телевизионного сигнала возникают как раз в те моменты времени, когда развертки (строчная и кадровая) должны прекратить прямой ход и начать обратный ход. Поэтому в простейшем случае цепи синхронизации выделяют из полного телевизионного сигнала только сигналы синхронизации и затем формируют узкие импульсы, совпадающие по времени возникновения с фронтами синхроимпульсов.

Рассмотрим принципиальную схему устройства, приспособленного для этой цели (рис. 97). Видеосигнал положительной полярности подается через конденсатор C_1 на управляющую сетку лампы, которая производит выделение синхросигнала из полного видеосигнала. Этот каскад называют амплитудным селектором. Режим этой лампы выбран таким образом, чтобы усиливалась только та часть видеосигнала, которая образована синхроимпульсами (рис. 97,*б*). С этой целью с помощью делителя постоянного напряжения, состоящего из сопротивлений R_2 и R_3, анодное напряжение уменьшается до 30—40 *в*, благодаря чему напряжение запирания уменьшается до 4—6 *в*. Сопротивление R_1 выбрано достаточно большим (1—2 *Мом*), поэтому небольшой сеточный ток, который возникает от синхроимпульсов, создает боль-

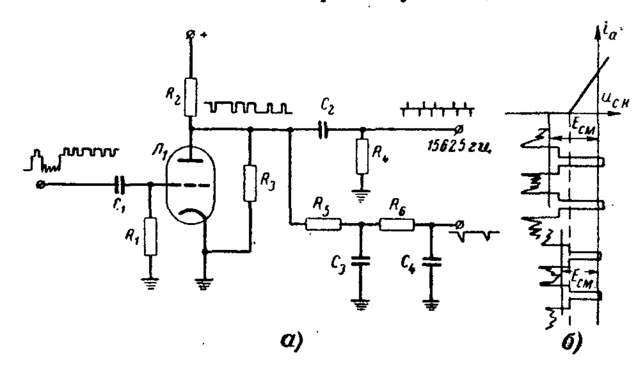


Рис. 97. Схема простейшего амплитудно-временного селектора.

шое отрицательное смещение на управляющей сетке селектора (25—30 *в*).

Положительный видеосигнал располагается относительно анодно-сеточной характеристики лампы так, как это показано на рис. 97,*б*. Видеосигнал не остается постоянным, он может увеличиваться или уменьшаться от самых различных причин. В некоторых телевизорах регулировка контрастности изображения происходит не на выходе видеоканала, а в УПЧ, поэтому при регулировке контрастности размах видеосигнала, поступающего на амплитудный селектор, будет меняться. Схема, изображенная на рис. 97, автоматически приспосабливается к различным величинам видеосигнала. При изменении размаха видеосигнала немедленно меняется величина сеточного тока, а следовательно, и напряжение смещения $E_{см}$. Но так как напряжение запирания лампы мало, то даже при сильном уменьшении видеосигнала в основном остается лишь синхросмесь. Если видеосигнал станет уж очень небольшим, то в анодную цепь амплитудного селектора, помимо сигнала синхронизации, может

проникнуть еще и сигнал изображения, что вызовет нарушение синхронизации телевизора.

Итак, на анодной нагрузке, по величине равной параллельно соединенным сопротивлениям R_2 и R_3, имеется выделенный синхросигнал отрицательной полярности.

С помощью дифференцирующего звена, состоящего из элементов C_2, R_4, выделяются узкие отрицательные импульсы, соответствующие фронтам синхроимпульсов. Эти узкие пики напряжения поступают в каскад строчной развертки.

Двухзвенный интегрирующий фильтр, состоящий из элементов R_5, R_6, C_3, C_4, выделяет из синхросмеси полукадровый сигнал синхронизации, при этом фильтр подавляет сигналы строчной синхронизации и кратковременные помехи.

Теперь рассмотрим вопрос о назначении уравнивающих синхроимпульсов, которые имеются в полном телевизионном сигнале до и после полукадрового сигнала синхронизации. Точнее, чересстрочное разложение возможно, если запуск кадровой развертки будет происходить в конце нечетного полукадра точно посередине строки, а в конце четного полукадра — точно в начале строки. Таким образом, полукадровые импульсы, которые запускают кадровую развертку, должны быть по форме совершенно одинаковы для обоих полукадров. Каждый строчный импульс, хотя он и очень короток по времени, все же несколько заряжает конденсатор интегрирующего звена или фильтра. За время между двумя соседними строчными импульсами конденсаторы фильтра успевают в большой степени разрядиться, но все же некоторый заряд остается. Если бы не было уравнивающих импульсов, то строчный синхроимпульс, непосредственно предшествующий полукадровому импульсу, дал бы остаточный заряд и оба полукадровых импульса после интегрирования несколько отличались бы друг от друга. Это явление изображено на рис. 98,*а*, где показан синхросигнал без уравнивающих импульсов. В конце нечетного полукадра синхроимпульс *1* располагается на расстоянии полстроки от фронта полукадрового синхросигнала (деталь *2*). Поэтому остаточный заряд от этого импульса останется на кон-

денсаторах интегрирующего фильтра и исказит выходной сигнал фильтра u_c.

Если теперь ввести уравнивающие импульсы, то оба полукадровых синхросигнала будут почти точно совпадать по форме (рис. 98,*б*). Эти полустрочные уравнивающие импульсы играют роль своеобразных буферных импульсов, которые как бы «подготавли-

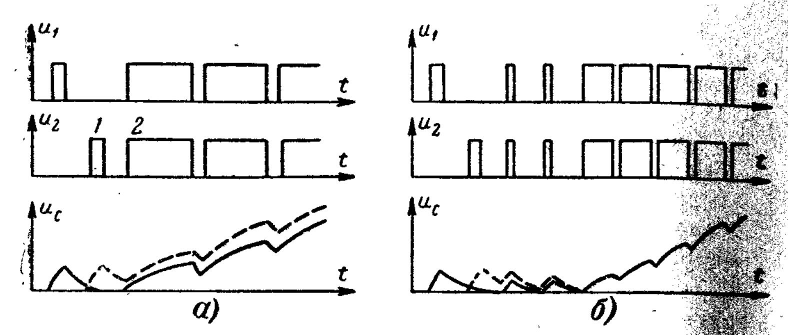


Рис. 98. Осциллограммы, поясняющие назначение уравнивающих синхроимпульсов.

вают» интегрирующий фильтр к тому, что вскоре придет полукадровый синхросигнал.

Наличие двух или трех звеньев в интегрирующей цепи позволяет хорошо отфильтровать разного рода быстрые изменения напряжения (помехи).

Этот метод выделения импульсов кадровой синхронизации применяется в телевизорах и обеспечивает помехо- и шумоустойчивость кадровой развертки, значительно лучшую, чем метод дифференцирования, применяемый для синхронизации строчной развертки.

В современных телевизорах для строчной синхронизации используются схемы автоматической подстройки частоты строк с введением инерционных элементов. Рассмотрим одну из широко распространенных схем строчной синхронизации (рис. 99). От амплитудного селектора на первичную обмотку трансформатора L_1 поступает синхросигнал. На концах вторичной обмотки относительно точки *К* возникают импульсы противоположной полярности u_1 и u_2. Эти импульсы свободно проходят через конденсаторы C_1 и C_2 и отпирают диоды $Д_1$ и $Д_2$. Когда диоды откры-

ты, их сопротивления малы и образуется как бы «эквипотенциальное» кольцо, состоящее из элементов L_2, C_1, $Д_1$, $Д_2$, C_2 и снова L_2. Таким образом, можно считать, что во время действия синхроимпульса потенциал точки m становится равным потенциалу точки k.

В точку k через конденсатор C_4 подаются импульсы от строчного трансформатора (рис. 99,*б*). Цепь

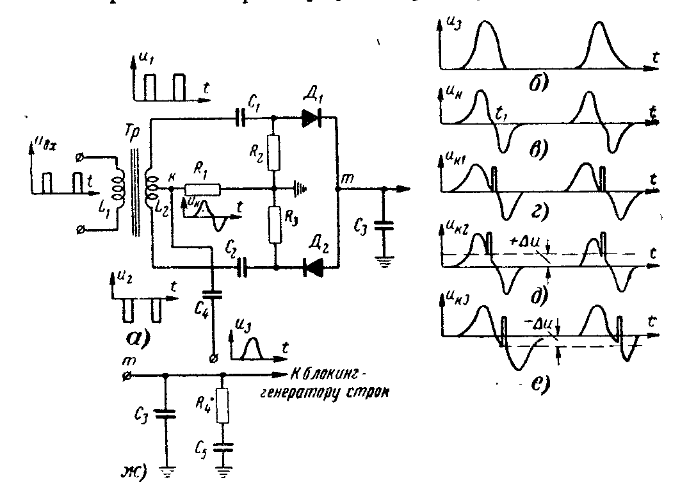


Рис. 99. Схема фазового дискриминатора.

из элементов C_4 и R_1 дифференцирует эти импульсы, благодаря чему форма напряжения в точке k имеет вид, изображенный на рис. 99,*в*. Теперь рассмотрим некоторые фазовые соотношения между приходящими синхроимпульсами u_1,u_2 и внутренним импульсом u_3. Если импульсы u_1 и u_2 приходят в момент времени, когда $u_к$ равно нулю (t_1), то напряжение в точке m, естественно, равно нулю и конденсатор C_3 не заряжен. Если же синхроимпульсы приходят несколько раньше (рис. 99,*д*), то в это время в точке k напряжение равно $+\Delta u$, следовательно, за время импульса $u_{вх}$ конденсатор C_3 зарядится до напряжения, равного $+\Delta u$.

Если синхроимпульс придет несколько позднее (рис. 99,*е*), то это вызовет на конденсаторе C_3 отрицательное напряжение $-\Delta u$.

Таким образом, мы видим, что на конденсаторе C_3 напряжение будет равно нулю только тогда, когда синхроимпульсы приходят в момент прохождения напряжения в точке k через нуль. Это может произойти, когда частота повторения строчных синхроимпульсов в точности равна частоте повторения импульсов, приходящих от строчной развертки, и, кроме того, имеет место соответствующий фазовый сдвиг. Надо заметить, что импульсы u_3, которые снимают от строчного генератора, возникают во время обратного хода строчной развертки; таким образом, синхроимпульсы дают нуль на конденсаторе C_3, когда середина обратного хода строчной развертки совпадает с временем прихода синхроимпульсов.

Напряжение, возникающее на конденсаторе C_3, можно использовать для управления частотой колебаний блокинг-генератора строк. После подачи выходного напряжения фазового дискриминатора на управляющую сетку блокинг-генератора получается система автоматической подстройки частоты и фазы пилообразных колебаний, вырабатываемых блокинг-генератором строк. Проследим, как протекает процесс автоматической регулировки. Пусть по каким-либо причинам (например, нестабильность синхрогенератора передатчика) синхроимпульсы стали поступать чаще. Это вызовет появление на конденсаторе C_3 некоторого положительного напряжения (рис. 99,*д*). Это положительное напряжение на управляющей сетке блокинг-генератор заставит его увеличить частоту колебаний. Аналогичная картина произойдет, если частота синхроимпульсов уменьшится или если появится нестабильность в самом строчном генераторе. Получилась, таким образом, своеобразная следящая система, которая «следит» за частотой следования и фазой синхроимпульсов.

Теперь рассмотрим случай, когда по каким-либо причинам несколько синхроимпульсов вообще не поступило. В этом случае диоды $Д_1$ и $Д_2$ будут заперты, несмотря на регулярное поступление в схему напряжения u_3 от строчного трансформатора. Если конденсатор C_3 имеет достаточно большую емкость, то на время отсутствия нескольких синхроимпульсов он «запомнит» напряжение, которое было раньше, и «удер-

жит» блокинг-генератор на нужной частоте. Когда опять появятся синхроимпульсы, произойдет «подправка» напряжения на конденсаторе C_3.

Обычно для формирования инерционности используется специальная цепочка (рис. 99,*ж*), состоящая из небольшого (около 5 *ком*) сопротивления R_4 и конденсатора C_5 (около 1 *мкф*).

Эта цепь работает следующим образом: конденсатор C_3, имеющий небольшую емкость, быстро «запоминает» напряжение, возникающее в точке k в моменты прихода синхроимпульсов. В промежутки между синхроимпульсами этот конденсатор C_3 отдает свой заряд конденсатору C_5 через небольшое сопротивление R_4. Во время заряда конденсатора C_3 до напряжения точки k это сопротивление служит своего рода «буфером», предотвращающим заряд конденсатора C_5. Таким образом, происходит «перекачка» информации сначала в конденсатор C_3, а затем из конденсатора C_3 в конденсатор C_5. Следовательно, конденсатор C_5 является главным «хранилищем» напряжения, характеризующим частоту следования синхроимпульсов относительно частоты повторения импульсов строчной развертки.

В те промежутки времени, когда синхроимпульсы отсутствуют, частота колебаний блокинг-генератора удерживается зарядом конденсатора C_5.

Конечно, строгая теория работы этой цепи значительно сложнее, но в основных чертах процессы происходят приблизительно так. В настоящее время имеется целый ряд разновидностей схем фазовой автоподстройки строчной развертки, а также схем инерционной синхронизации. Однако все они основаны на сравнении фаз синхроимпульсов и некоторого опорного напряжения, которое поступает либо от строчного генератора, либо непосредственно с выхода блокинг-генератора.

При такой регулировке частоты колебаний блокинг-генератора момент начала обратного хода строчной развертки не совпадает с фронтом синхроимпульса. Обратный ход начинается как бы несколько раньше переднего фронта синхроимпульса. Можно легко скорректировать этот сдвиг начала обратного хода; кроме того, сами синхроимпульсы, проходя по различ-

ным цепям телевизора, несколько задерживаются во времени. В цепи анода или сетки блокинг-генератора включают специальный контур, настроенный на частоту строк 15 626 *гц*, которым можно в некоторой степени корректировать фазовый сдвиг начала обратного хода. Надо сказать, что в схемах с фазовой автоподстройкой частоты блокинг-генератора легче обеспечи-

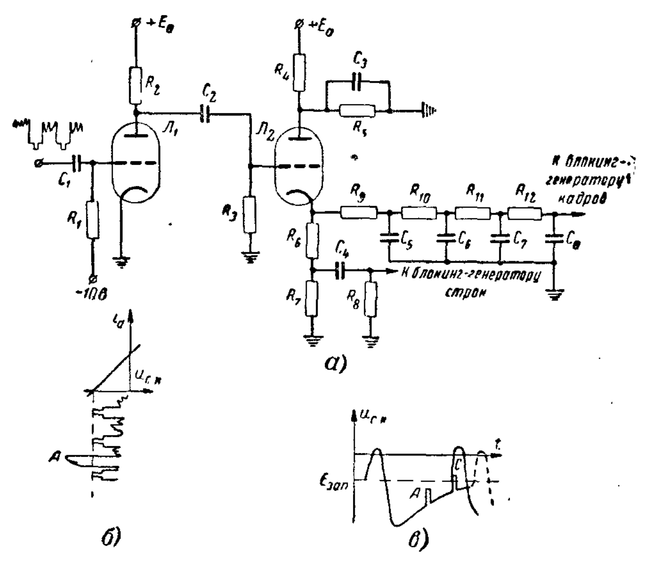


Рис. 100. Простая и хорошая схема синхронизации телевизора КВН-49-4.

вается получение защитных полос на правом и левом краях растра.

Рассмотрим еще одну простую, но заслуживающую внимания схему синхронизации телевизоров серии КВН, отличающуюся хорошей помехоустойчивостью (рис. 100,*а*). Видеосигнал отрицательной полярности через переходный конденсатор C_1 попадает на управляющую сетку лампы $Л_1$, которая работает в режиме усиления — ограничения. Положение видеосигнала относительно сеточной характеристики этой лампы показано на рис. 100,*б*. Если между синхроимпульсами возникнет какая-либо помеха (деталь *А* на рис. 100,*б*), то благодаря отсечке анодного тока

помеха будет срезана. Конечно, имеется опасность того, что при очень большом размахе видеосигнала могут быть срезаны части самих синхроимпульсов. В этом состоит недостаток схемы.

С анодной нагрузки усилителя-ограничителя R_2 положительный видеосигнал поступает на амплитудный селектор $Л_2$. С помощью делителя, образованного сопротивлениями R_5 и R_4, анодное напряжение на селекторе снижается до 50—70 *в*. Смещение рабочей точки этой лампы создается как за счет падения напряжения на катодных сопротивлениях R_6 и R_7, так и за счет сеточных токов, которые хоть и невелики, но на большом сопротивлении R_3 (порядка нескольких мегом) дают напряжение около 10—15 *в*.

Синхроимпульсы, отделенные от полного телевизионного сигнала, снимаются с катодной нагрузки, причем для кадровой синхронизации снимается весь синхросигнал с обоих сопротивлений R_6 и R_7, а на строчную синхронизацию снимается лишь часть выходного напряжения с сопротивления R_7. Это принципиально не обязательно, но такое разделение благоприятно влияет на улучшение точной чересстрочной развертки, так как при этом уменьшается обратное воздействие строчного блокинг-генератора через конденсатор C_4 на кадровую синхронизацию.

Хорошее интегрирование в четырехзвенном интегрирующем фильтре (R_9—R_{12}, C_5—C_8) обеспечивает сравнительно хорошее чересстрочное разложение и высокую помехоустойчивость кадровой развертки. Дифференцирующая цепь, состоящая из элементов C_4 и R_8, направляет в блокинг-генератор строк серию положительных узких импульсов для синхронизации.

Помехоустойчивость этой схемы состоит в следующем: благодаря ограничению в первом каскаде $Л_1$ все импульсные напряжения в аноде лампы $Л_1$ не могут превосходить уровень синхроимпульсов; таким образом, вероятность того, что импульсная помеха запустит строчный блокинг-генератор, довольно мала, так как высота импульса помехи *А* (рис. 100.*в*) не больше высоты синхроимпульса *С*, поэтому при поступлении на сетку блокинг-генератора помехи *А* напряжение на управляющей сетке еще не достигнет $E_{зап}$.

В последнее время находят все большее применение пентоды и более сложные лампы в схемах амплитудного селектора благодаря тому, что они обеспечивают более четкое выделение синхроимпульсов при широком диапазоне изменения размаха видеосигнала.

Надо сказать, что за последние годы не наблюдается какого-либо существенного изменения в схемах синхронизации. Это объясняется тем, что даже при максимально возможной реальной чувствительности телевизора (с учетом шумов равной 25—30 *мкв*) схема кадровой синхронизации с интегрированием и схема строчной синхронизации с инерционной фазовой автоподстройкой обеспечивают удовлетворительное изображение.

Рис. 101. Образование напряжения АРУ.

Остановимся на одном интересном применении схемы селектора. Мы видели, что при изменении размаха видеосигнала меняется также и отрицательное напряжение на управляющей сетке селектора. Оказывается это напряжение можно использовать в качестве регулирующего напряжения для системы АРУ канала изображения. Недостатком этого способа является то обстоятельство, что отрицательное напряжение на сетке селектора зависит собственно от сигнала изображения, т. е. от характера передаваемого изображения. Однако, как показала практика, возникающие при этом недостатки изображения (некоторое влияние сюжета на общую яркость и контрастность изображения) совершенно не замечаются зрителем. На рис. 101 сигнал *1* соответствует сцене, имеющей светлый фон, однако если же эту сцену передавать в затемненном виде, то полный размах видеосигнала явно уменьшится (сигнал *2*). Это вызовет уменьшение смещения, следовательно, отрицательное напряжение для АРУ уменьшится и контрастность увеличится. Напряжение для АРУ не должно зави-

сеть от сюжета. Ниже будет кратко рассмотрена так называемая ключевая схема АРУ, которая в точности «следит» за уровнем синхросигналов.

33. СТРОЧНАЯ РАЗВЕРТКА

Значительная часть всей потребляемой телевизором энергии приходится на долю строчной развертки. Это вызвано тем, что частота строчного пилообразного тока довольно высока (15 625 *гц*), и обратный ход длится всего 8—15 *мксек*, причем перепад тока надо получить в отклоняющих катушках с малым омическим сопротивлением. Эффективность отклонения зависит от величины тока, протекающего в отклоняющих катушках, и от числа витков этих катушек. Определяется эффективность отклонения произведением числа витков катушки на ток, протекающий в ней (ампер-витки). Однако в строчной системе нельзя увеличить количество витков, так как из-за увеличения собственной емкости катушек резонансная частота снизится настолько, что обратный ход строчной развертки сильно возрастет и гасящий строчный сигнал может оказаться короче по длительности, чем обратный ход развертки. Поэтому приходится строчные отклоняющие катушки изготавливать с небольшим количеством витков (200—300), а отсюда и малое омическое сопротивление строчных катушек.

Рассмотрим работу типичной строчной развертки, принципиальная схема которой показана на рис. 102,*а*. На управляющую сетку подается напряжение в виде прямоугольных импульсов (рис. 102,*б*). Форма импульсов такова, что половину периода t_1—t_2 лампа $Л_1$ открыта, а другую половину периода — заперта (t_2—t_3). В анодную цепь лампы $Л_1$ включен трансформатор *Тр*, со вторичной обмотки которого L_2 снимается пилообразный ток для строчных отклоняющих катушек L_3.

После включения схемы, когда лампа еще не прогрелась, конденсатор C_1 зарядится от источника напряжения +280 *в*. Указанное на схеме напряжение +580 *в* возникнет несколько позднее. В течение времени t_1—t_2 лампа $Л_1$ открыта, ее сопротивление между анодом и катодом мало и происходит заряд индуктивности L_1 током сначала от конденсатора C_1, а за-

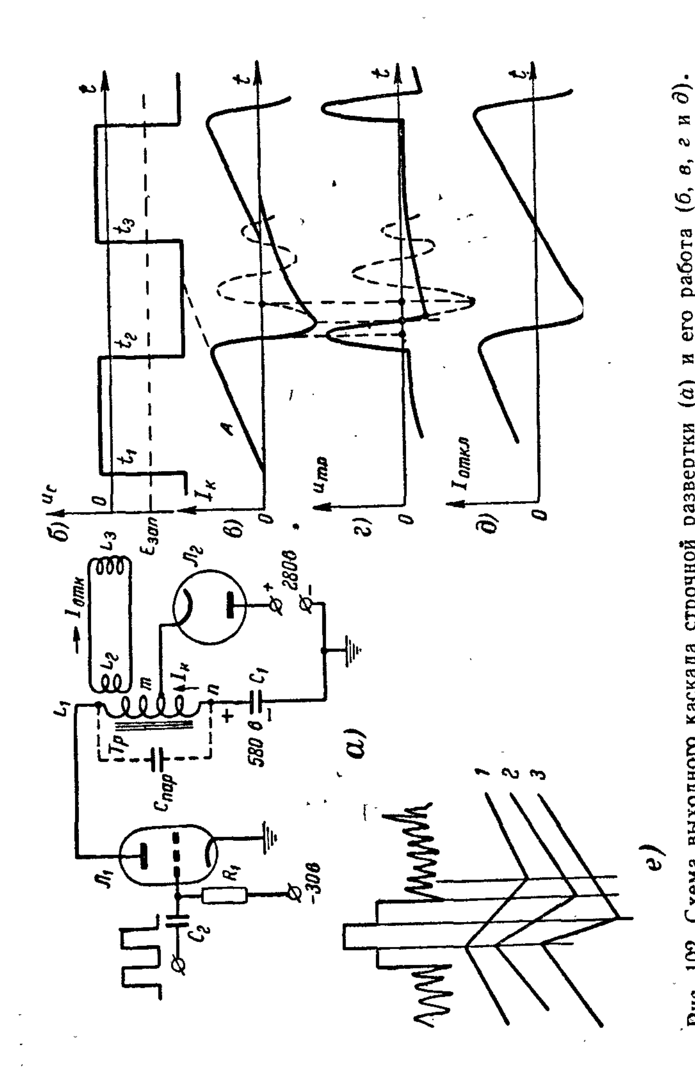


Рис. 102. Схема выходного каскада строчной развертки (*а*) и его работа (*б*, *в*, *г* и *д*).
1 — обратный ход очень большой; 2 — обратный ход большой; 3 — нормальный обратный ход.

тем, когда конденсатор C_1 немного разрядится, то ток начнет проходить и через диод $Л_2$. Заряд индуктивности током происходит по кривой A (рис. 102,*в*). В момент времени t_2 лампа резко запирается, следовательно, теперь она уже не участвует в работе. Ток в индуктивности не может мгновенно исчезнуть, и в контуре, образованном из индуктивности катушки L_1 и всегда присутствующей паразитной емкости $C_{пар}$, начинается колебательный процесс. Если бы в схеме не было диода $Л_2$, затухающий колебательный процесс шел бы так, как показано на рисунках пунктирной линией. На рис. 102,*г* показана кривая изменения напряжения между точками m и n. Когда колебания еще не наступили, благодаря протеканию тока $I_к$ на активном сопротивлении катушки создается падение напряжения и точка m отрицательна по отношению к точке n. Когда начнется колебательный процесс, то наступит такой момент времени, что напряжение между точками m и n станет достаточно большим и диод $Л_2$ откроется. Действительно, при изображенных на схеме величинах напряжений диод «заперт» напряжением 580 *в* и «открыт» напряжением 280 *в*. Следовательно, стоит потенциалу точки m уменьшиться на 300 *в* по отношению к потенциалу точки n, как диод откроется, его сопротивление станет малым и коколебательный процесс, едва начавшись, прекратится. Весь ток, накопленный в катушке за предыдущую половину периода, уйдет на заряд емкости C_1. Вот благодаря таким многочисленным подзарядкам на конденсаторе C_1 окажется напряжение, значительно превышающее анодное напряжение 280 *в*. К приходу каждого следующего импульса на управляющую сетку лампы $Л_1$ разряд индуктивности почти закончится и начнется новый процесс заряда, причем источником напряжения для лампы уже будет служить заряд на конденсаторе C_1. Суммарный ток в катушке (ток лампы и ток демпфера) будет иметь пилообразную форму (рис. 102,*д*). Использование энергии колебательного процесса позволяет получить экономичную развертку, которая при катодном токе лампы $Л_1$ в 50—70 *ма* дает полное отклонение по горизонтали.

Первый импульс напряжения на катушке (u_{mn} на рис. 102,*г*) имеет очень большую амплитуду, достигающую 2—3 *кв*. На всей катушке это импульсное напряжение будет еще больше. При таком большом напряжении на аноде лампа $Л_1$ может открыться, поэтому обычно вместо прямоугольных импульсов на управляющую сетку лампы подаются пилообразные импульсы, которые в течение обратного хода строчной развертки создают очень большое смещение. Полный размах пилообразного напряжения на управляющей сетке генераторной лампы достигает иногда 150—200 *в*.

Если демпферный диод $Л_2$ недостаточно хорошо гасит колебательный процесс, то пилообразный ток в начале прямого хода имеет нелинейный колебательный характер, что вызывает появление на экране вертикальных темных и светлых полос. Эти изменения яркости являются результатом того, что скорость движения луча вдоль строки неравномерна. Кроме того, эти паразитные колебания воздействуют на интенсивность луча кинескопа и меняют яркость некоторых участков растра. На рис. 102 можно видеть, что длительность обратного хода в такой схеме определяется величинами индуктивности L_1 и емкости $C_{пар}$. Чем больше паразитная емкость, тем больше длительность обратного хода. Одним из путей повышения собственной резонансной частоты строчного трансформатора является применение высокоэффективных магнитных материалов, таких, как, например, оксифер. Применение этих материалов позволяет уменьшить число витков в обмотках трансформатора, а следовательно, и паразитную емкость. Хороший строчный трансформатор обеспечивает длительность обратного хода, составляющую 6—10% от длительности прямого хода.

Слишком большая величина обратного хода, превышающая длительность строчного гасящего сигнала, приводила в старых моделях телевизоров к «завороту» левого края изображения, так как обратный ход затягивался и часть изображения разворачивалась на обратном ходу строчной развертки. На рис. 102,*в* показано несколько типичных случаев зависимостей между формой синхросигнала и формой пилообразного отклоняющего тока.

Импульсы высокого напряжения, возникающие на аноде генераторной лампы $Л_1$ во время обратного

хода, с успехом используются для различных целей. В предыдущем разделе мы видели, как эти импульсы использованы в схеме фазовой автоподстройки частоты строк.

На рис. 103 показана схема, в которой высоковольтные импульсы обратного хода преобразуются

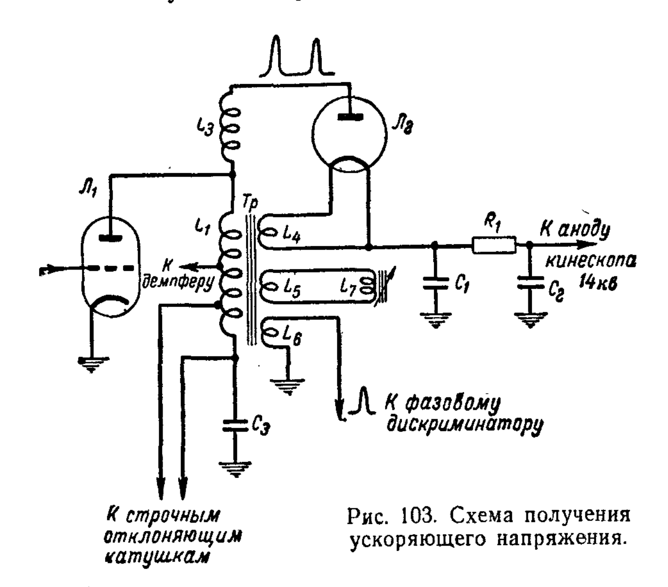


Рис. 103. Схема получения ускоряющего напряжения.

в высокое ускоряющее напряжение для питания анода кинескопа. С помощью дополнительной высоковольтной обмотки L_3 импульсы трансформируются до величины 14 *кв* и затем детектируются с помощью кенотрона $Л_2$. Интегрирующее звено R_1C_2 сглаживает пульсации высокого напряжения. Это необходимо, так как гармоники строчной частоты представляют собой серьезную помеху радиоприему. 10-я, 11-я гармоники строчной частоты как раз попадают в спектр длинноволновых станций.

Напряжение для нити накала высоковольтного кенотрона $Л_2$ снимают со специальной обмотки строчного трансформатора L_4.

На рис. 103 видно, что пилообразный ток на строчные отклоняющие катушки подается не от специальной обмотки, а по автотрансформаторной схеме.

Для регулировки размера строк применяется катушка L_7. Изменением индуктивности катушки L_7 изменяют полную индуктивность системы, а следовательно, и запасенную энергию, что в свою очередь влияет на размах пилообразного тока. Надо сказать, что при изменении размера строк несколько меняется линейность пилообразного тока. На рис. 104 показано несколько типичных случаев нелинейных форм тока. Рис. 104,*а* соответствует случаю, когда демпферная лампа в открытом состоянии имеет большое сопротивление или слишком слаба связь демпфера со всей обмоткой трансформатора, а также в случае асимметрии строчных катушек. При этом его шунтирующее действие недостаточно, и на экране заметны некоторые остатки колебательного процесса: слева на экране видны вертикальные темные и светлые полосы («столбы»).

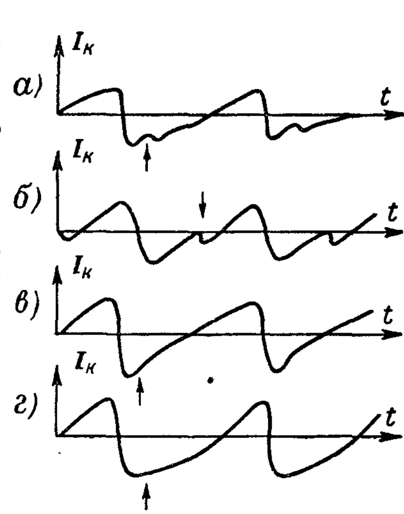


Рис. 104. Искажения формы строчного пилообразного тока.

Случай, изображенный на рис. 104,*б* имеет место тогда, когда лампа $Л_1$ (рис. 105,*а*) открывается слишком поздно. На экране видна «свернутая» середина изображения.

Кривая, изображенная на рис. 104,*в*, встречается наиболее часто: левый край изображения растянут (скорость пилы тока велика), а правый край сжат. Почему это происходит, ясно из рис. 102,*в*, откуда видно, что демпферный ток вначале немного повторяет ток колебательного процесса. Если тщательно выбрать точку подключения демпфера, а также амплитуду пилообразного напряжения на управляющей сетке лампы $Л_1$, то можно устранить этот недостаток. Случай, изображенный на рис. 104,*г*, встречается ре-

же; он соответствует наличию слишком большого напряжения возбуждения на управляющей сетке лампы $Л_1$, а также может быть и при очень сильной связи демпфера с трансформатором.

В некоторых телевизорах («Темп-3», «Рубин-102») имеются элементы регулировки линейности по строкам. Они представляют собой один или несколько колебательных контуров, включенных последовательно

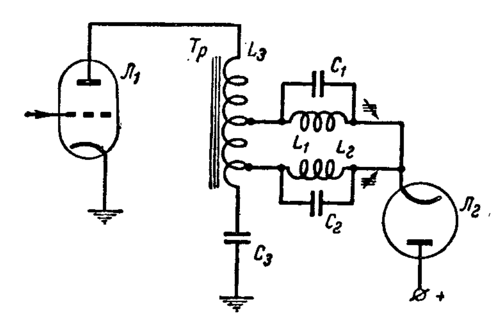


Рис. 105. Схема коррекции нелинейности по строкам.

с демпферной лампой (рис. 105). Каждый из этих контуров настроен на свою резонансную частоту. При работе демпфера, т. е. в первую половину строчного периода, эти контуры влияют на общий ток демпфера. Это позволяет скорректировать нелинейность пилообразного тока. Таким образом, добавляя к нелинейному пилообразному току гармоники, можно менять его форму.

Если взять не два контура, как показано на рис. 105, а больше, то можно получить очень хорошую линейность. В телевизоре «Темп-2», где впервые появилась такая схема, один контур был настроен на основную частоту (15 625 *гц*), а другой — на 3-ю гармонику.

После того как стало возможным применять в строчных трансформаторах феррокерамику, линейность строчной развертки резко возросла, и сейчас ограничиваются только одним корректирующим контуром. Конструктивно удобно его включать так, как показано на рис. 106. Здесь корректирующий контур

образован элементами C_1, C_2 и L_1. Удобство этой схемы состоит в том, что конденсаторы C_1 и C_2 одновременно выполняют задачу накопительных конденсаторов, причем если в схеме рис. 105 на конденсаторе C_3 было почти 600 *в*, то здесь (рис. 106) на этих конденсаторах — всего 300 *в*. Но, как легко увидеть из схемы, полное напряжение питания анода опять состав-

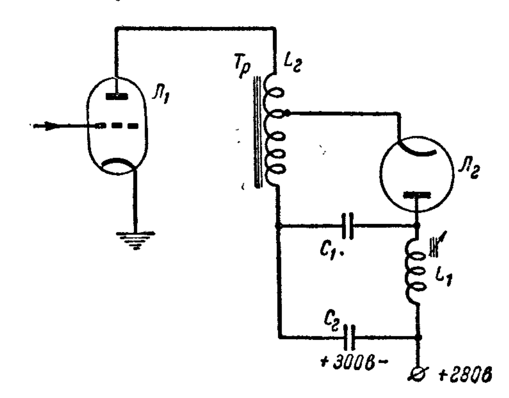


Рис. 106. Практическая схема регулировки линейности.

ляет 580 *в*. Пилообразное напряжение, подаваемое на управляющую сетку выходной лампы строчной развертки, вырабатывается каким-либо релаксационным генератором — мультивибратором, блокинг-генератором и т. п.

Следует упомянуть об одном явлении, которое связано с работой строчной развертки и наблюдается преимущественно в высокочувствительных многоканальных телевизорах. Иногда на растре просматриваются вертикальные темные полосы, которые особенно интенсивны при работе телевизора на высокочастотных каналах. Исследования показали, что в данном случае телевизор принимает излучения выходного каскада строчной развертки. Эти паразитные колебания имеют высокую частоту (сотни мегагерц).

Они возникают при некоторых определенных напряжениях на электродах ламп. Устранить их можно, если вблизи генераторной лампы строчной развертки поместить небольшой магнит. Последний подобно

магниту ионной ловушки совершенно не действует на мощный основной поток электронов выходной лампы, однако он сильно отклоняет те «слабые» электроны, которые, находясь вблизи управляющей сетки лампы, создают паразитные колебания. Некоторое уменьшение мощности этих вредных колебаний можно получить, если в анодную цепь лампы (в непосредственной близости к баллону) включить небольшое активное сопротивление (30—50 *ом*).

Мы уже упоминали, что строчная развертка является источником значительных помех радиоприему. Импульсное напряжение, возникающее на аноде выходной лампы строчной развертки, весьма богато гармониками (даже на частоте 30—40 *Мгц*, как показывают измерения, «чувствуется» работа генератора строк).

Борьба с помехами от строчной развертки заключается прежде всего в повсевместной серьезной экранировке всех цепей телевизора, по которым протекают большие токи строчной частоты (отклоняющие системы, строчные трансформаторы и пр.).

В заключение рассмотрим другое применение импульсов строчной развертки — так называемую ключевую схему АРУ. Информация об интенсивности приходящего сигнала содержится в выходном напряжении диодного видеодетектора. Уровень синхроимпульсов может быть использован для конструирования системы АРУ. На рис. 107 показан один из вариантов системы АРУ. Катушка L_3 является одной из обмоток строчного трансформатора. Во время обратного хода по строкам в катушке L_3 возникает импульсное напряжение. Лампа $Л_1$ играет роль своеобразного ключа, который отпирает путь для заряда емкости C_2 импульсным напряжением строчного трансформатора. В зависимости от силы приходящего с детектора сигнала лампа $Л_1$ отпирается то сильнее, то слабее. Вся работа схемы протекает, по сути дела, в течение времени действия синхроимпульса. Допустим, сигнал, принятый телевизором, имеет большую амплитуду, значит, синхроимпульсы следуют на высоком уровне, и лампа $Л_1$ представляет собой малое сопротивление; таким образом, импульс строчной развертки зарядит конденсатор C_2 до большого отрица-

тельного напряжения, которое и используется в качестве регулирующего напряжения АРУ. Нетрудно убедиться, что если принятый сигнал слабее, то отрицательное напряжение на конденсаторе C_2 уменьшится (по абсолютной величине), что приведет к повышению усиления регулируемых ламп. Элементы R_3, R_4

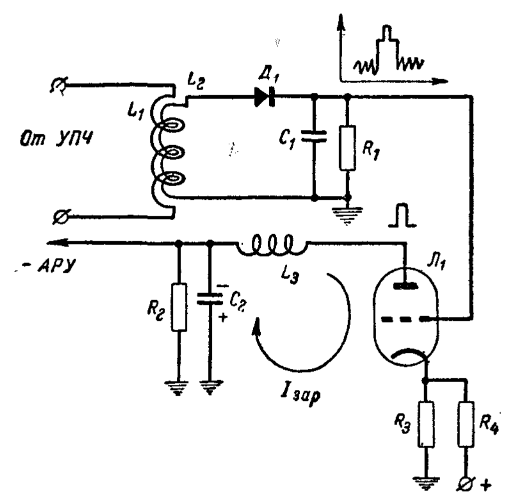


Рис. 107. Схема ключевой АРУ.

образуют делитель напряжения, обеспечивающий рабочее смещение лампы $Л_1$.

На рис. 107 управление лампой производится выходным напряжением видеодетектора. Иногда применяют специальный пиковый детектор, который отличается от видеодетектора тем, что сопротивление нагрузки R_1 велико, что повышает коэффициент передачи детектора; происходящий при этом завал высоких частот не имеет значения, так как полоса частот, занимаемая синхроимпульсами, составляет примерно 200—300 *кгц*.

Иногда напряжение для управления ключом $Л_1$ снимают с анода или катода видеоусилителя, при этом, конечно, разумеется, что между видеодетектором и видеоусилителем отсутствует переходный конденсатор.

34. КАДРОВАЯ РАЗВЕРТКА

Кадровая развертка должна обеспечить в кадровых отклоняющих катушках линейный пилообразный ток частоты 50 *гц*. Благодаря такой низкой частоте различного рода паразитные емкости играют значительно меньшую роль, чем в строчной развертке. В первых телевизорах кадровые отклоняющие катуш-

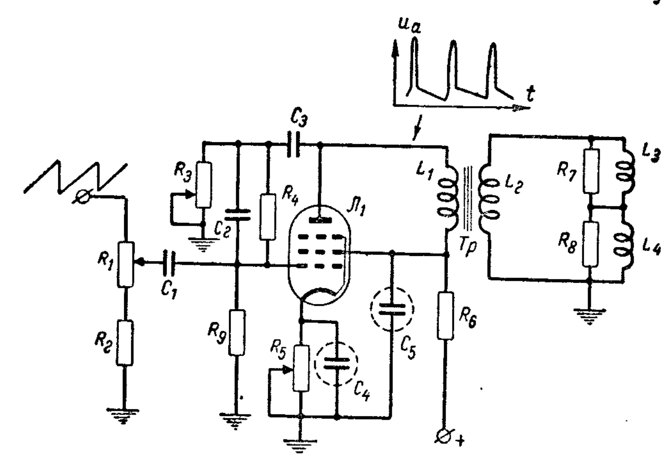


Рис. 108. Упрощенная схема выходного каскада кадровой развертки.

ки содержали очень большое число витков тонкого провода. При большом числе витков отклоняющих катушек требуется небольшой отклоняющий ток, который легко обеспечивался простыми лампами при непосредственном включении катушек в анодную цепь лампы. Однако при массовом производстве намотка кадровых отклоняющих катушек из тонкого провода (диаметром 0,08 *мм*) оказалась неудобной из-за технологических трудностей.

В настоящее время кадровые катушки имеют столько же витков, сколько и строчные (иногда даже меньше), а для сохранения небольшого тока лампы применяют понижающий согласующий трансформатор, коэффициент трансформации которого равен 30—40.

На рис. 108 показана типовая схема выходного каскада кадровой развертки. На управляющую сет-

ку лампы подается пилообразное напряжение, снимаемое с регулятора размера по вертикали — потенциометра R_1. Сопротивление R_2 сужает пределы регулировки размера для того, чтобы на экране не могла получиться одна яркая строка. Напряжение смещения лампы создается за счет падения катодного тока на потенциометре R_5, с помощью которого можно в известных пределах корректировать линейность кадрового отклонения.

Для повышения линейности пилообразного тока применяется обратная связь. Дифференцирующая цепь, образованная элементами C_3, R_3, реагирует на отклонения анодного напряжения от линейного; цепочка C_2, R_4 передает на управляющую сетку лампы напряжение, являющееся результатом дифференцирования.

Рассмотрим пример. Пусть кадровый пилообразный ток начал расти быстрее, чем по линейному закону; следовательно, напряжение на аноде лампы начнет падать также быстрее обычного. Вот это изменение и «почувствует» дифференцирующая цепь (C_3, R_3), в результате чего на сопротивлении R_3 появится некоторое отрицательное напряжение. Будучи переданным с помощью цепочки из элементов C_2, R_4 на управляющую сетку лампы, это отрицательное напряжение «подзапрет» ее немного, благодаря чему скорость изменения анодного тока уменьшится.

В некоторых типах телевизоров для повышения линейности кадровой развертки применяют очень сложные цепи обратной связи. Кроме того, повышение линейности можно получить, применив специальные виды связи между блокинг-генератором кадров и выходным каскадом.

Так же как и в строчной развертке, во время обратного хода кадровой развертки на аноде лампы $Л_1$ (рис. 108) возникают положительные импульсы напряжения, достигающие размаха 1 000 *в*. Колебательный процесс, который также возникает в кадровых катушках, гасится шунтирующими сопротивлениями R_7 и R_8.

Известно, что точность синхронизации кадровой развертки определяет точность чересстрочного разложения. Простейший способ синхронизации кадрово-

го блокинг-генератора состоит в том, что импульсы кадровой синхронизации после интегрирующей цепи подаются через конденсатор C_1 на управляющую сетку блокинг-генератора (рис. 109). Достигая уровня напряжения, при котором лампа открывается, эти синхроимпульсы вызывают блокинг-процесс, во время которого лампа $Л_1$ сильно открыта и конденсатор C_3 быстро разряжается через открытую лампу. В про-

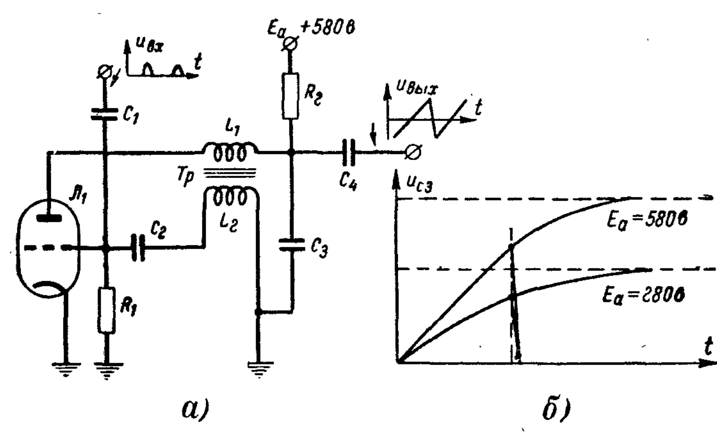


Рис. 109. Схема блокинг-генератора кадровой развертки.

межутках между синхроимпульсами $u_{вх}$ конденсатор C_3 медленно заряжается через зарядное сопротивление R_2, образуя прямой ход кадровой развертки.

Для получения более линейного пилообразного напряжения блокинг-генератор питают от источника напряжением 580 *в*, которое образуется в схеме строчной развертки. Чем больше напряжение $E_а$, тем бо́льшее сопротивление R_2 можно применить, а это обеспечивает лучшую линейность при том же размахе пилообразного колебания (рис. 109,*б*).

Иногда применяется другая схема кадровой синхронизации, основанная на ударном возбуждении контура. На рис. 110 показана схема, примененная в телевизоре «Темп-2». Через конденсатор C_1 на анод блокинг-генератора подаются положительные импульсы кадровой синхронизации $u_{вх}$. Эти импульсы ударно возбуждают контур, состоящий из индуктивности пер-

вичной обмотки трансформатора L_1 и паразитной емкости $C_{пар}$. Колебательный процесс, вызванный этими импульсами, изображен на рис. 110,*б*. Эти колебания трансформируются в сеточную обмотку L_2, но в противоположной полярности. Первая отрицательная полуволна колебаний (деталь 1 рис. 110,*б*) запускает блокинг-генератор.

На качество чересстрочного разложения влияет также строчная развертка. Так как строчные и кадровые отклоняющие катушки расположены в непосредственной близости друг от друга (они объединены в отклоняющую систему), то импульсы обратного хода строчной развертки, имеющие большой размах, могут через выходной трансформатор кадров, через цепи обратной связи и, наконец, через цепи связи блокинг-генератора с выходным кадровым каскадом попадать на управляющую сетку кадрового блокинг-генератора. Эти импульсы строчной развертки могут запускать кадровую развертку и нарушать чересстрочное разложение.

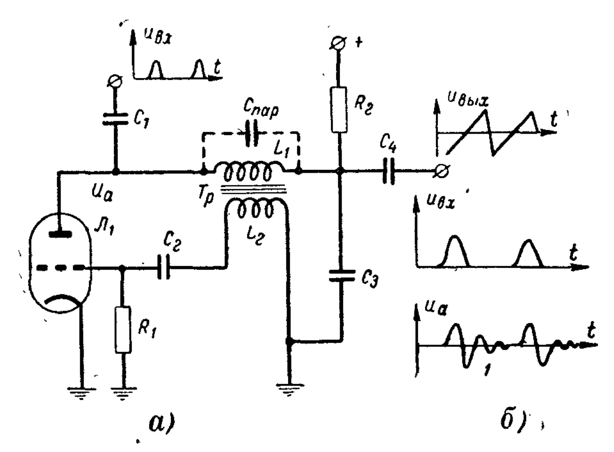


Рис. 110. К вопросу о синхронизации блокинг-генератора кадров.

Следует отметить, что в выходной лампе кадровой развертки могут возникать паразитные колебания, нарушающие работу схемы. На экранах телевизоров,

в которых в качестве выходных ламп кадровой развертки применяются лампы 6П6С или 6П1П, можно наблюдать одну или несколько ярких горизонтальных полос. Пилообразный ток в отклоняющих катушках при этом имеет вид, показанный на рис. 111. Оказывается, что в этих лампах в некоторые моменты времени, определяемые режимом, возникает динатрон-

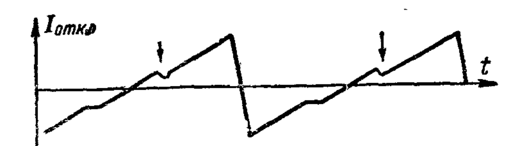


Рис. 111. К вопросу о причинах появления на растре ярких горизонтальных полос.

ный эффект, т. е. некоторые электроды лампы начинают сами эмиттировать электроны. Это приводит к изменению основного анодного тока, благодаря чему нарушается линейность колебаний. В лампе 6П18П, разработанной специально для использования в выходном каскаде кадровой развертки, произведены некоторые конструктивные изменения, предотвращающие появление динатронного эффекта.

ГЛАВА ПЯТАЯ

НАЗНАЧЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ ТЕЛЕВИЗОРА «ТЕМП-3»

В этой главе по функциональным блокам перечислены назначения всех элементов современного телевизора «Темп-3».

На рис. 112—118 изображены принципиальные схемы отдельных узлов телевизора (высокочастотный блок, усилитель промежуточной частоты и т. д.).

Назначение каждого элемента схемы описано достаточно подробно, что позволяет читателю получить полное представление о работе телевизора.

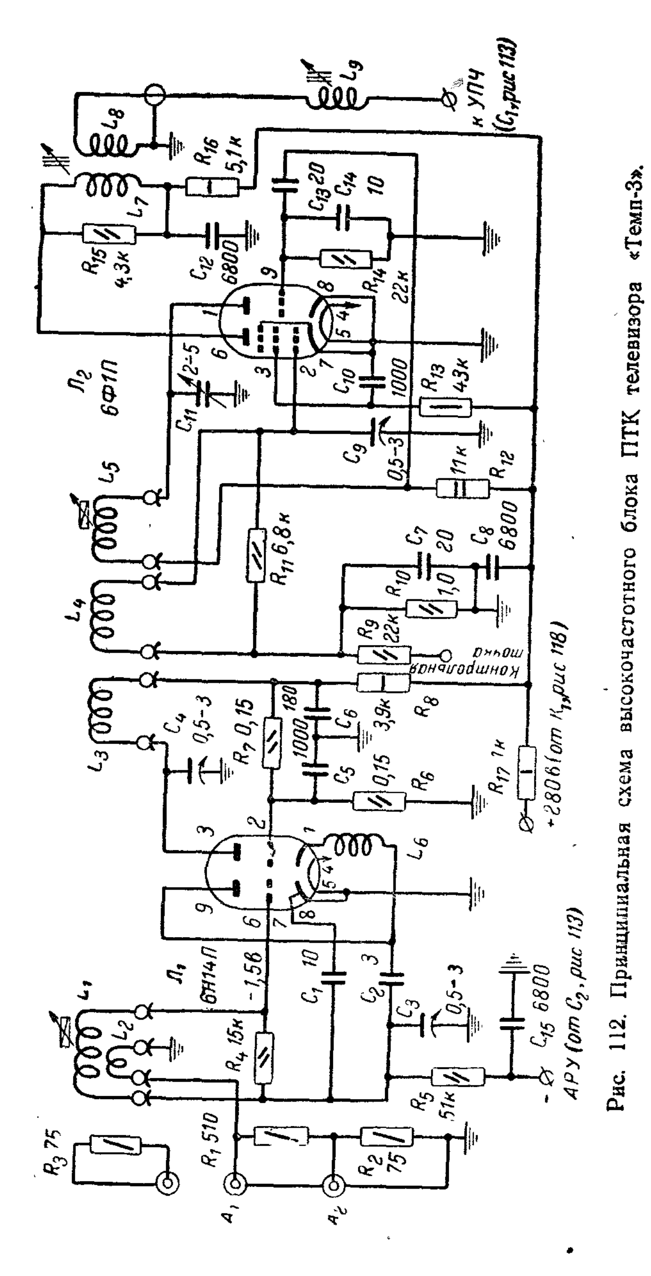
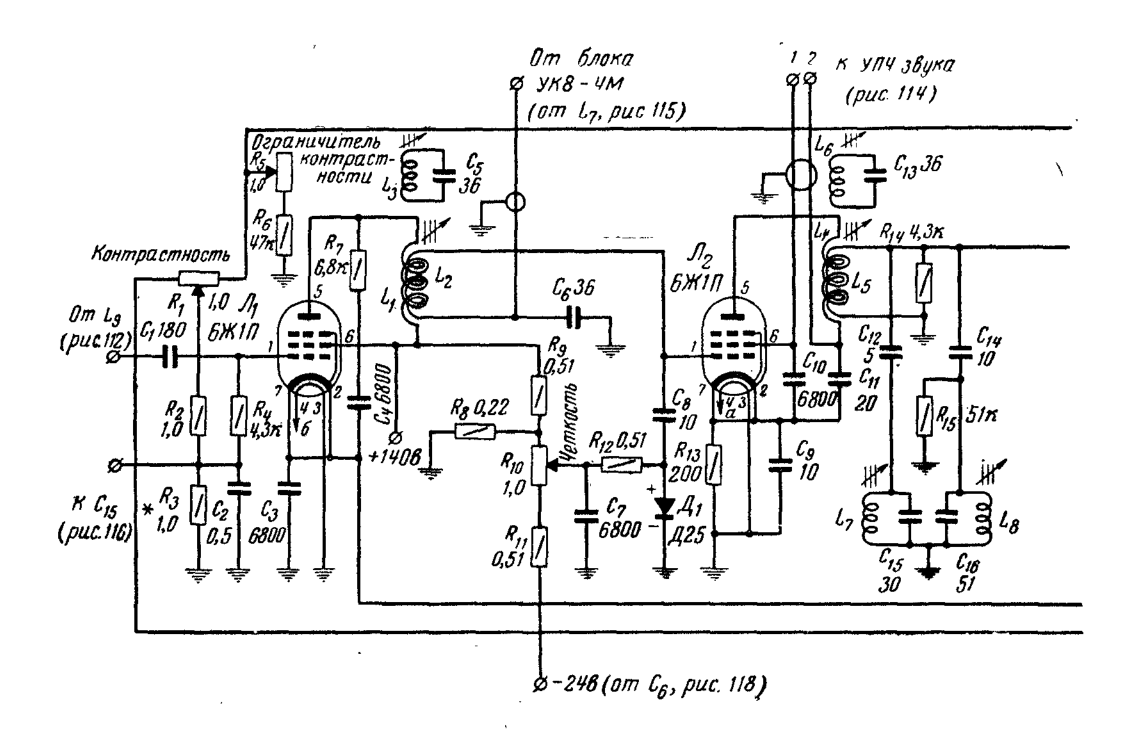


Рис. 112. Принципиальная схема высокочастотного блока ПТК телевизора «Темп-3».



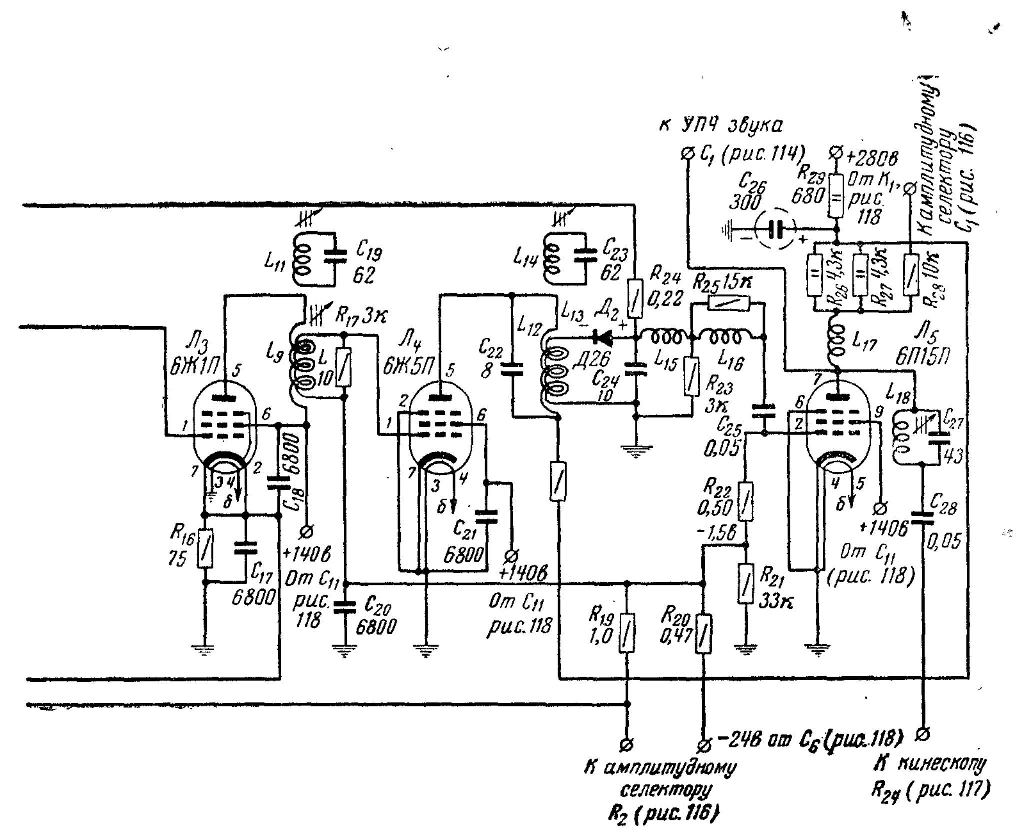
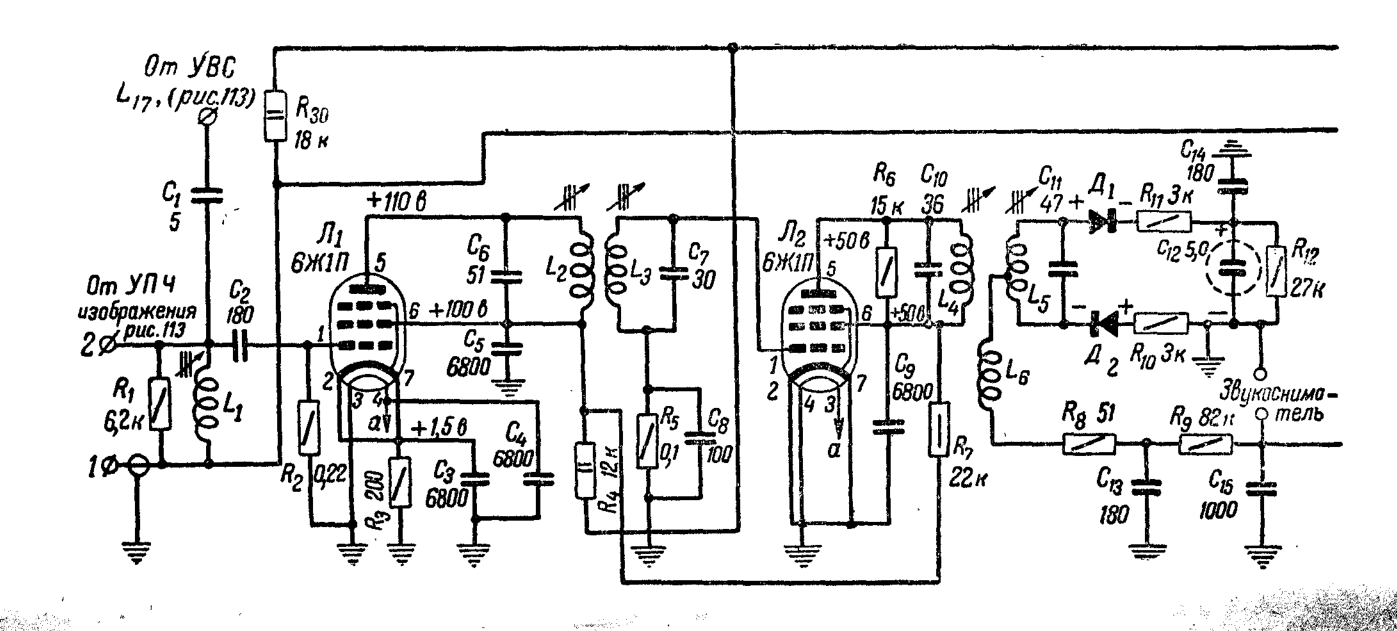


Рис. 113. Принципиальная схема канала изображения телевизора «Темп-3».



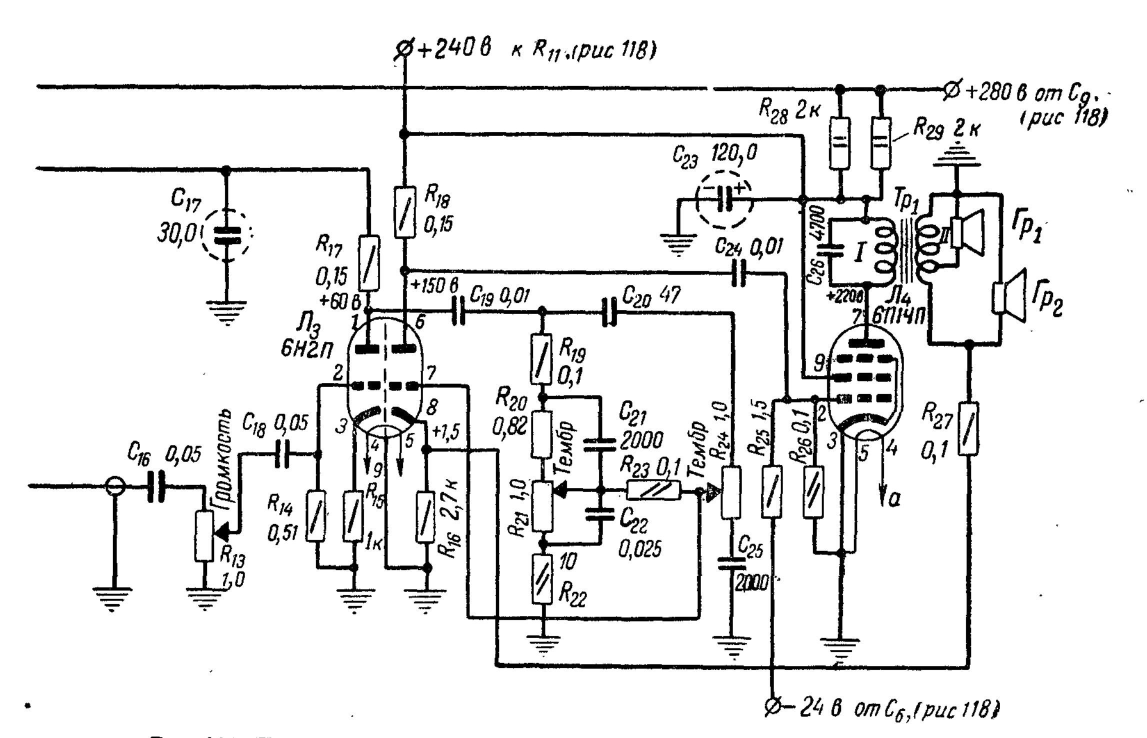


Рис. 114. Принципиальная схема звукового канала телевизора «Темп-3».

Рис. 115. Принципиальная схема УКВ ЧМ блока телевизора «Темп-3».

Рис. 116. Принципиальная схема синхронизации и кадровой развертки телевизора «Темп-3».

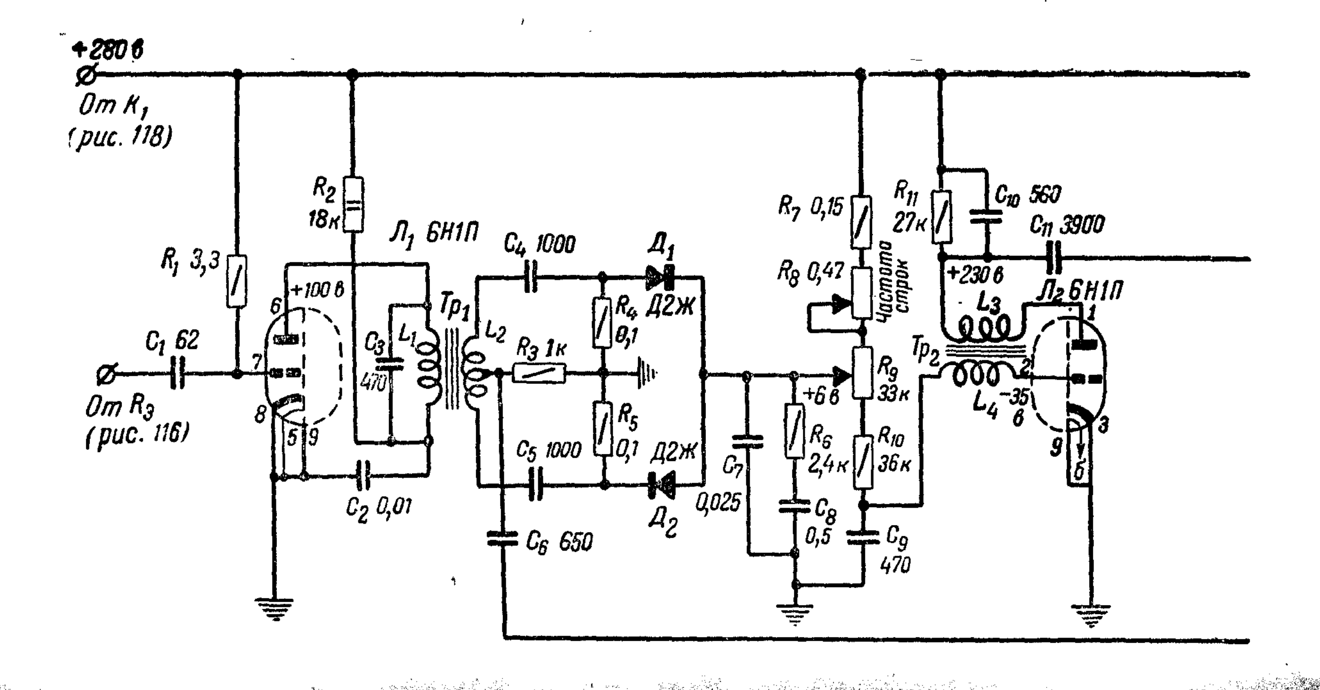


Рис. 117. Принципиальная схема строчной развертки телевизора «Темп-3».

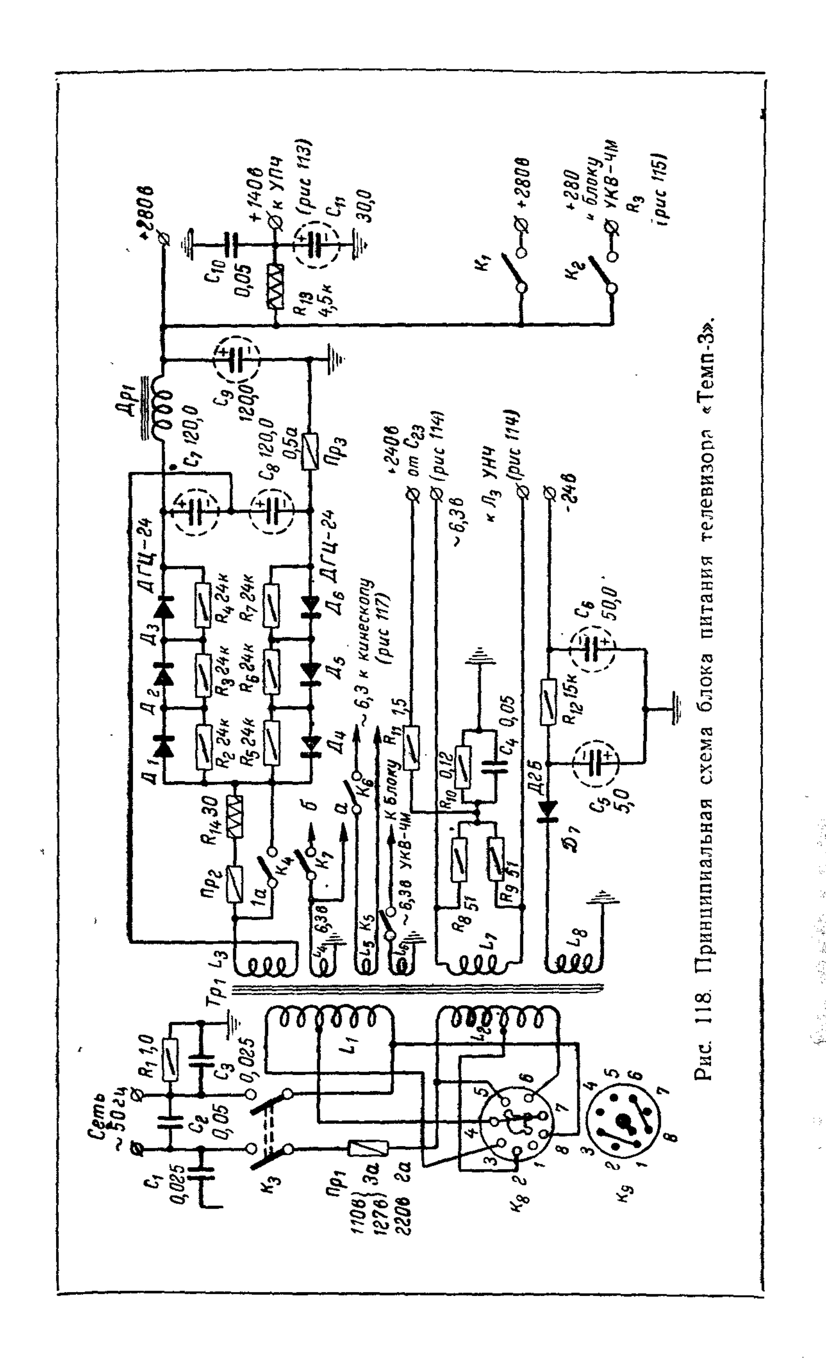


Рис. 118. Принципиальная схема блока питания телевизора «Темп-3».

35. БЛОК ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ ПТК (рис. 112)

Сопротивления

R_1 — сопротивление, образующее вместе с входным сопротивлением УВЧ делитель высокочастотного сигнала, приходящего из антенны;

R_2 — согласующее сопротивление, обеспечивающее режим бегущей волны в антенном кабеле;

R_3 включается в гнездо A_1 и обеспечивает нормальную широкополосность входной цепи, когда антенна включена в гнездо A_2;

R_4 расширяет полосу пропускания входной цепи;

R_5 — развязывающее сопротивление, пропускающее к лампе $Л_1$ постоянное напряжение АРУ и предотвращающее замыкание входного контура низким выходным сопротивлением (по высокой частоте) цепей АРУ;

R_6 и R_7 образуют делитель постоянного напряжения, обеспечивающий нормальный режим лампы $Л_1$;

R_8 — сопротивление развязки, образующее вместе с конденсатором C_6 высокочастотный фильтр, предотвращающий попадание в цепи УВЧ мешающих сигналов;

R_9 — сопротивление развязки, выводящее наружу блока постоянное напряжение, возникающее на сопротивлении R_{10}; подключение измерительных приборов к контрольной точке не нарушает режима работы смесителя ($Л_2$);

R_{10} — сопротивление утечки сетки в цепи управляющей сетки смесителя (пентодная часть лампы $Л_2$); сеточные токи, вызванные напряжением гетеродина, создают на нем постоянное напряжение;

R_{11} расширяет полосу пропускания полосового фильтра, включенного в анодную цепь второго каскада УВЧ;

R_{12} — развязывающее и гасящее сопротивление, устраняет шунтирование гетеродинного контура источником напряжения и уменьшает напряжение на аноде гетеродина до 100 *в*, при котором нормально работает гетеродин;

R_{13} — развязывающее и гасящее сопротивление; вместе с конденсатором C_{10} образует высокочастотный фильтр; несколько уменьшает напряжение на экранной сетке пентода;

R_{14} — сопротивление утечки сетки лампы гетеродина; сеточные токи лампы создают на нем напряжение смещения;

R_{15} расширяет полосу пропускания анодного контура смесителя;

R_{16} вместе с конденсатором C_{12} образует фильтр высокой частоты;

R_{17} — сопротивление развязки, образующее вместе с конденсатором C_8 фильтр высокой частоты, предотвращающий попадание в блок ПТК мешающих сигналов по цепям анодного питания.

Конденсаторы

C_1 обеспечивает нейтрализацию индуктивности катодного вывода, который может явиться источником самовозбуждения; увеличивает входное сопротивление лампы;

C_2 вместе с другими конденсаторами образует мостиковую схему нейтрализации проходной емкости $C_{а.с}$;

C_3 — то же, что и C_2; обычно является переменным для подстройки нейтрализующего «моста»;

C_4 — конденсатор подстройки резонансной частоты первичного контура УВЧ; настройка производится на заводе-изготовителе ПТК;

C_5 осуществляет заземление по высокой частоте управляющей сетки второго каскада УВЧ;

C_6 вместе с сопротивлением R_8 образует высокочастотный фильтр-развязку;

C_7 вместе с сопротивлением R_{10} образует гридлик, обеспечивающий смещение рабочей точки смесителя; уменьшает влияние измерительных приборов, подключаемых к контрольной точке;

C_8 вместе с сопротивлением R_{17} образует высокочастотный фильтр-развязку;

C_9 — конденсатор подстройки резонансной частоты вторичного контура полосового фильтра УВЧ; подстраивается на заводе;

C_{10} вместе с сопротивлением R_{13} образует высокочастотный фильтр-развязку;

C_{11} — конденсатор настройки гетеродина; меняет резонансную частоту колебательного контура гетеродина; выводится наружу для подстройки телезрителем;

C_{12} вместе с сопротивлением R_{16} образует высокочастотный фильтр-развязку по анодному питанию;

C_{13} вместе с сопротивлением R_{14} образует гридлик гетеродина;

C_{14} — конденсатор, определяющий величину обратной связи в схеме гетеродина;

C_{15} — блокировочный конденсатор, предотвращающий попадание мешающих колебаний в цепь АРУ из внешних цепей.

Индуктивности

L_1 — вторичная катушка входного трансформатора;

L_2 — антенная катушка входного трансформатора;

L_3 — первичная катушка полосового фильтра, являющегося анодной нагрузкой второго каскада УВЧ;

L_4 — вторая катушка полосового фильтра УВЧ;

L_5 — катушка гетеродинного контура;

L_6 — катушка контура, являющегося нагрузкой первого каскада УВЧ; этот контур имеет широкую полосу пропускания и выравнивает усиление УВЧ на разных каналах;

L_7 — катушка анодного контура смесителя;

L_8 — катушка шлейфовой связи смесителя со входом УПЧ;

L_9 — катушка входного контура УПЧ канала изображения.

Лампы

$Л_1$ — левый триод — первый каскад УВЧ, собранный по схеме с заземленным катодом; правый триод — второй каскад УВЧ, собранный по схеме с заземленной по высокой частоте управляющей сеткой;

$Л_2$ — пентодная часть — частотный смеситель; триодная часть — гетеродин.

36. КАНАЛ ИЗОБРАЖЕНИЯ (рис. 113)

Сопротивления

R_1 — регулятор контрастности;

R_2 вместе с конденсатором C_2 образует фильтр цепи АРУ, определяющий постоянную времени АРУ;

R_3 вместе с сопротивлением R_2 образует делитель напряжения АРУ;

R_4 — согласующая нагрузка для ПТК; утечка сетки лампы $Л_1$;

R_5 — регулятор ограничителя контрастности; увеличивает или уменьшает величину нерегулируемого напряжения от нагрузки детектора; в верхнем положении сужает пределы регулировки контрастности;

R_6 ограничивает величину минимального напряжения, снимаемого с видеодетектора;

R_7 расширяет полосу пропускания анодного контура первого УПЧ;

R_8 и R_9 образуют делитель постоянного напряжения, обеспечивающий необходимое напряжение регулировки формы кривой УПЧ;

R_{10} — регулятор формы частотной характеристики УПЧ;

R_{11} вместе с R_{10} и R_8 образует делитель отрицательного напряжения для регулятора характеристики УПЧ;

R_{12} — фильтр-развязка; вместе с конденсатором C_7 образует высокочастотный фильтр, предотвращающий проникновение сигналов УПЧ в другие цепи; устраняет возможность замыкания диода $Д_1$ выходным сопротивлением источников питания;

R_{13} — катодное сопротивление для получения напряжения смещения лампы $Л_2$;

R_{14} расширяет полосу пропускания анодного контура второго каскада УПЧ;

R_{15} расширяет полосу режекторного контура на индуктивности L_8;

R_{16} — катодное сопротивление для получения напряжения смещения лампы $Л_3$;

R_{17} расширяет полосу анодного контура третьего каскада УПЧ канала изображения;

R_{18} расширяет полосу пропускания анодного контура четвертого каскада УПЧ; развязывает по питанию лампу $Л_4$ от источника анодного напряжения;

R_{19} — через это сопротивление подается небольшое отрицательное напряжение в цепь сетки амплитудного селектора с делителя, образованного сопротивлениями R_{20} и R_{21};

R_{20} и R_{21} образуют делитель отрицательного напряжения для обеспечения смещения на управляющей сетке лампы УВС;

R_{22} — утечка сетки; подает смещение от делителя на сопротивлениях R_{20} и R_{21};

R_{23} — сопротивление нагрузки видеодетектора;

R_{24} — через это сопротивление в цепь АРУ подается постоянная составляющая видеосигнала;

R_{25} расширяет полосу пропускания корректирующего контура, образованного индуктивностью L_{16} и входной емкостью лампы $Л_5$;

R_{26} и R_{27} — активная часть анодной нагрузки видеоусилителя $Л_5$;

R_{28} — через это сопротивление в цепи синхронизации поступает видеосигнал; оно уменьшает влияние различных монтажных емкостей проводов на частотную характеристику УВС;

R_{29} вместе с конденсатором C_{26} образует низкочастотный фильтр, уменьшающий пульсацию анодного напряжения на аноде лампы УВС, и является сопротивлением коррекции низких частот в УВС.

Конденсаторы

C_1 — переходный конденсатор; предотвращает замыкание цепей АРУ выходными катушками ПТК;

C_2 — конденсатор фильтра цепи АРУ;

C_3 — блокировочный конденсатор, заземляющий по высокой частоте катод лампы $Л_1$;

C_4 — блокировочный конденсатор экранной сетки $Л_1$;

C_5 вместе с индуктивностью L_3 образует режекторный контур, индуктивно связанный с анодным контуром;

C_6 выполняет две задачи: а) блокирует по высокой частоте (30 *Мгц*) «холодный» конец сеточной катушки; б) вместе с индуктивностью L_7 (рис. 115) образует колебательный контур, настроенный на частоту 6,5 *Мгц*;

C_7 блокирует по высокой частоте источник питания;

C_8 вместе с диодом $Д_1$ образует схему регулировки формы частотной характеристики УПЧ;

C_9 — блокировочный конденсатор в цепи катода лампы $Л_2$;

C_{10} заземляет по высокой частоте экранную сетку лампы $Л_2$;

C_{11} выполняет те же две функции, что и конденсатор C_6;

C_{12} — конденсатор связи режекторного контура с усилительным контуром;

C_{13} вместе с индуктивностью L_6 образует режекторный контур;

C_{14} — конденсатор связи режекторного контура с усилительным контуром;

C_{15} — C_{16} являются конденсаторами режекторных контуров;

C_{17} — блокировочный конденсатор цепи катода лампы $Л_3$;

C_{18} заземляет по высокой частоте экранную сетку лампы $Л_2$;

C_{19} вместе с индуктивностью L_{11} образует режекторный контур;

C_{20} блокирует по высокой частоте «холодный» конец сеточной обмотки L_{10} трансформатора L_9, L_{10};

C_{21} — блокировочный конденсатор экранной сетки лампы $Л_4$;

C_{22} вместе с катушками L_{12} и L_{13} образует колебательный контур; конденсатор необходим, так как входная емкость детектора мала, а катушки во всех каскадах имеют одинаковую индуктивность, в других каскадах роль емкости C_{22} играют входные емкости ламп;

C_{23} вместе с индуктивностью L_{14} образует режекторный контур;

C_{24} — емкость нагрузки видеодетектора,

C_{25} — переходный конденсатор связи видеодетектора с УВС, не передает постоянную составляющую телевизионного сигнала в УВС, а также отделяет постоянное отрицательное напряжение на сетке лампы $Л_5$ от видеодетектора;

C_{26} — конденсатор низкочастотного фильтра;

C_{27} вместе с индуктивностью L_{18} образует режекторный контур ПЧ звука 6,5 *Мгц*;

C_{28} — переходный конденсатор связи УВС с катодом кинескопа.

Индуктивности

L_1 — первичная катушка полосового контура L_1L_2 с очень сильной связью;

L_2 — вторичная катушка того же контура;

L_3 — индуктивность режекторного контура L_3C_5;

L_4 — первичная катушка полосового контура L_4C_5 с очень сильной связью;

L_5 — вторичная катушка того же контура;

L_6 — индуктивность режекторного контура L_6C_{13};

L_7 — индуктивность режекторного контура L_7C_{15};

L_8 — индуктивность режекторного контура L_8C_{16};

L_9 — первичная катушка полосового контура L_9L_{10} с очень сильной связью;

L_{10} — вторичная катушка того же контура;

L_{11} — индуктивность режекторного контура $L_{11}C_{19}$;

L_{12} — первичная катушка полосового контура $L_{12}L_{13}$ с очень сильной связью;

L_{13} — вторичная катушка того же контура;

L_{14} — индуктивность режекторного контура $L_{14}C_{23}$;

L_{15} — высокочастотный дроссель, устраняющий проникновение промежуточной частоты и ее гармоник во внешние цепи; должен иметь малую собственную емкость;

L_{16} — корректирующий дроссель; вместе с входной емкостью лампы видеоусилителя образует последовательный резонансный контур, дающий подъем высоких частот в области 5 *Мгц*;

L_{17} — корректирующий дроссель; дает подъем усиления каскада на частотах порядка 3,5—4 *Мгц*;

L_{18} — индуктивность режекторного контура $L_{18}C_{27}$, настроенного на частоту 6,5 *Мгц*.

Полупроводниковые диоды

$Д_1$ — диод, с помощью которого осуществляется изменение резонансной частоты контура L_1L_2;

$Д_2$ — диод видеодетектора.

Лампы

$Л_1$ — первый каскад усилителя промежуточной частоты канала изображения;

$Л_2$ — второй каскад УПЧ канала изображения, в этом каскаде также осуществляется усиление сигналов промежуточной частоты звука при приеме передач УКВ ЧМ станций;

$Л_3$ — третий каскад усиления УПЧ;

$Л_4$ — четвертый каскад УПЧ;

$Л_5$ — усилитель видеосигналов, в этом каскаде также производится усиление ПЧ звука 6,5 *Мгц*.

37. ЗВУКОВОЙ КАНАЛ (рис. 114)

Сопротивления

R_1 расширяет полосу пропускания входного контура УПЧ канала звука,

R_2 — утечка сетки, предотвращающая скапливание электронов на управляющей сетке лампы $Л_1$;

R_3 — катодное сопротивление для создания напряжения смещения;

R_4 вместе с конденсатором C_5 образует фильтр-развязку по анодному питанию;

R_5 — сопротивление утечки сетки, на котором за счет сеточных токов создается смещение;

R_6 — расширяет полосу пропускания первичного контура дробного детектора;

R_7 вместе с конденсатором C_9 образует фильтр-развязку экранной сетки лампы $Л_2$;

R_8 вместе с конденсатором C_{13} образует высокочастотный фильтр, предотвращающий проникновение высокой частоты из катушки L_6 во внешние цепи;

R_9 вместе с конденсатором C_{15} образует цепь обратной коррекции для подавления высоких частот, специально усиленных на передатчике;

R_{10} и R_{11} компенсируют разбросы прямых сопротивлений диодов дробного детектора; вместе с конденсатором C_{12} образуют низкочастотный фильтр, сглаживающий скачки выходного напряжения детекторов при резких изменениях сигнала по амплитуде;

R_{12} обеспечивает некоторый разряд стабилизирующего конденсатора с тем, чтобы при уменьшении амплитуды сигнала промежуточной частоты, проходящем медленно, заряд конденсатора успел бы также уменьшиться;

R_{13} — потенциометр регулировки громкости;

R_{14} — сопротивление утечки сетки;

R_{15} — катодное сопротивление обеспечивает необходимое напряжение смещения; создает обратную связь, улучшающую линейность амплитудной характеристики УНЧ, а следовательно, и качество звука;

R_{16} — то же, что и R_{15}; кроме того, вместе с сопротивлением R_{27} образует делитель напряжения звуковой частоты, подаваемого в качестве напряжения обратной связи с вторичной обмотки выходного трансформатора в каскад предварительного усиления;

R_{17} и R_{18} — анодные нагрузки усилителей напряжения звуковой частоты;

R_{19} вместе с конденсаторами C_{21} и C_{22} образует фильтр, выделяющий низкочастотную часть звукового спектра;

R_{20} — сопротивление, ограничивающее пределы регулировки усиления низких частот;

R_{21} — регулятор «басов», т. е. относительного уровня низких частот;

R_{22} — сопротивление, ограничивающее пределы регулировки низких частот;

R_{23} разделяет регуляторы низких и высоких частот; через это сопротивление от регулятора низких частот (R_{21}) поступает напряжение для сложения с высокочастотной составляющей;

R_{24} — потенциометр регулировки высоких частот;

R_{25} — сопротивление утечки сетки; кроме того, вместе с сопротивлением R_{26} образует делитель постоянного отрицательного напряжения для получения напряжения смещения на управляющей сетке выходного каскада;

R_{27} вместе с сопротивлением R_{16} образует делитель напряжения звуковой частоты;

R_{28} и R_{29} образуют с конденсатором C_{23} фильтр низкой частоты для уменьшения фона пульсации напряжения источника питания; уменьшают обратное влияние изменения анодного тока лампы при усилении звуковых колебаний на общее напряжение источника питания (два сопротивления включены параллельно для увеличения мощности рассеяния);

R_{30} вместе с конденсатором C_{17} образует фильтр-развязку.

Конденсаторы

C_1 — через этот конденсатор с анода лампы УВС поступает промежуточная частота звука во входной контур УПЧ;

C_2 — переходный конденсатор;

C_3 — блокировочный конденсатор в цепи катода лампы $Л_1$;

C_4 — конденсатор, замыкающий по высокой частоте накальную цепь, это повышает устойчивость усиления;

C_5 блокирует по высокой частоте экранную сетку лампы;

C_6 является емкостью первичного контура полосового фильтра;

C_7 — емкость вторичного контура полосового фильтра;

C_8 замыкает вторичный контур полосового фильтра на землю по высокой частоте;

C_9 блокирует экранную сетку по высокой частоте;

C_{10} является емкостью первичного контура дробного детектора;

C_{11} является емкостью вторичного контура дробного детектора;

C_{12} — стабилизирующий конденсатор дробного детектора;

C_{13} — конденсатор, развязывающий по высокой частоте выход дробного детектора;

C_{14} блокирует стабилизирующий конденсатор по высокой частоте, так как электролитический конденсатор C_{12} может иметь значительную собственную индуктивность;

C_{15} — конденсатор цепи обратной коррекции;

C_{16} — переходный конденсатор, не пропускающий постоянную составляющую;

C_{17} — конденсатор фильтра развязки;

C_{18} — переходный конденсатор, устраняющий щелчки звука при увеличении громкости; отсутствие этого конденсатора приводит к появлению небольших напряжений на управляющей сет-

ке лампы при введении сопротивления потенциометра R_{13} (из-за сеточных токов);

C_{19} — переходный конденсатор;

C_{20} вместе с сопротивлением R_{24} образует фильтр, пропускающий только высокочастотную часть звукового спектра в схему регулировки тембра;

C_{21} и C_{22} вместе с R_{19} образуют фильтр, выделяющий низкочастотную часть звукового спектра;

C_{23} входит в состав низкочастотного фильтра; применение столь большой емкости (120 *мкф*) вызвано тем, что изменение анодного тока лампы $Л_4$ вызывало скачки общего анодного напряжения, которые, попадая в цепи синхронизации, вызывали «подергивание» изображения;

C_{24} — переходный конденсатор;

C_{25} — конденсатор, на котором создается падение напряжения низкочастотных составляющих звука;

C_{26} понижает собственную резонансную частоту первичной обмотки выходного трансформатора до 5—8 *кгц*.

Индуктивности

L_1 — катушка входного контура УПЧ звукового канала;

L_2 — катушка первичного контура полосового фильтра;

L_3 — катушка вторичного контура полосового фильтра;

L_4 — первичная катушка контура дробного детектора;

L_5 — вторичная катушка контура дробного детектора;

L_6 — катушка связи дробного детектора.

Полупроводниковые диоды

$Д_1$ и $Д_2$ — диоды дробного детектора.

Лампы

$Л_1$ — усилитель промежуточной частоты звукового канала;

$Л_2$ — амплитудный ограничитель и усилитель промежуточной частоты звукового канала;

$Л_3$ — левый триод — усилитель напряжения низкой частоты; правый триод — предоконечный усилитель напряжения низкой частоты;

$Л_4$ — усилитель мощности звукового сигнала.

38. УКВ ЧМ БЛОК (рис. 115)

Сопротивления

R_1 — катодное сопротивление, предназначенное для создания напряжения смещения;

R_2 — утечка сетки, сеточные токи создают на этом сопротивлении напряжение, которое используется в качестве напряжения смещения;

R_3 и R_4 — гасящие сопротивления для уменьшения анодного напряжения; развязка между схемой нейтрализации (C_8) и источником питания.

Конденсаторы

C_1 — конденсатор входного колебательного контура;

C_2 блокирует катодное сопротивление R_1;

C_3 вместе с конденсатором C_4 составляет емкость анодного контура УВЧ, вместе с конденсаторами C_4, C_5 и входной емкостью $Л_2$ образует мостиковую схему, устраняющую взаимовлияние между контуром гетеродина и анодным контуром УВЧ;

C_5 выполняет также функции переходного конденсатора;

C_6 — конденсатор связи между анодом преобразователя и колебательным контуром гетеродина;

C_7 — емкость колебательного контура гетеродина;

C_8 блокирует «холодный» конец катушки контура УВЧ (L_3), а также участвует в образовании «моста» нейтрализации проходной емкости лампы $Л_2$;

C_9 — емкость колебательного контура анодной нагрузки преобразователя.

Индуктивности

L_1 — антенная катушка входного контура;

L_2 — сеточная катушка входного контура;

L_3 — катушка анодного контура УВЧ;

L_4 — катушка обратной связи гетеродина;

L_5 — катушка контура гетеродина;

L_6 — катушка первичного контура анодной нагрузки преобразователя;

L_7 — катушка вторичного контура анодной нагрузки преобразователя.

Лампы

$Л_1$ — усилитель высокой частоты;

$Л_2$ — преобразователь, выполняющий одновременно функции гетеродина и смесителя.

39. СИНХРОНИЗАЦИЯ И КАДРОВАЯ РАЗВЕРТКА (рис. 116)

Сопротивления

R_1 вместе с конденсатором C_2 образует цепочку коррекции формы видеосигнала (небольшое дифференцирование) для улучшения работы амплитудного селектора;

R_2 — утечка сетки, вместе с конденсатором C_1 обеспечивает получение напряжения смещения за счет сеточных токов, вызванных синхроимпульсами;

R_3 — анодная нагрузка амплитудного селектора, вместе с сопротивлением R_4 образует делитель анодного напряжения;

R_5 и R_6 являются элементами интегрирующей цепочки, предназначенной для выделения импульсов кадровой синхронизации;

R_7 — регулятор частоты кадровой развертки;

R_8 ограничивает пределы изменения частоты кадров;

R_9 — зарядное сопротивление блокинг-генератора, через это

сопротивление происходит заряд конденсаторов C_7 и C_8 во время прямого хода кадровой развертки;

R_{10} вместе с сопротивлением R_{12} образует делитель отрицательного напряжения, обеспечивающий сеточное смещение лампы $Л_2$;

R_{11} ограничивает пределы регулировки размера изображения по вертикали;

R_{13} — потенциометр регулировки размера изображения по вертикали, часть утечки сетки;

R_{14} вместе с конденсатором C_{12} образует цепочку дифференциальной связи блокинг-генератора с выходным каскадом, улучшающей линейность кадровой развертки;

R_{15} вместе с элементами R_{16}, R_{17}, C_{10}, C_{16} образует дифференциальную обратную связь с анода лампы на управляющую сетку для улучшения линейности кадровой развертки;

R_{18} вместе с конденсатором C_{14} образует низкочастотный фильтр; он предохраняет от проникновения на экранную сетку скачков анодного напряжения, вызванных изменением тока выходной лампы звукового канала, а также резкими изменениями напряжения сети;

R_{19} — сопротивление низкочастотного фильтра;

R_{20} и R_{21} служат для устранения паразитных колебаний в секциях кадровых отклоняющих катушек, которые возникают от ударного возбуждения этих катушек пилообразным током.

Конденсаторы

C_1 — переходный конденсатор;

C_2 — см. R_1;

C_3 — переходный конденсатор, передающий на управляющую сетку блокинг-генератора импульсы кадровой синхронизации с выхода интегрирующего фильтра;

C_4 — сеточный конденсатор блокинг-генератора;

C_5 и C_6 являются элементами интегрирующей цепочки;

C_7 и C_8 образуют зарядную емкость, конденсаторы имеют различные величины емкостей, зарядным конденсатором является C_8, а C_7 играет роль переходного; такой способ включения дает улучшения линейности кадровой развертки;

C_9 вместе с сопротивлением R_{21} (рис. 117) образует дифференцирующую цепь, которая из кадрового пилообразного напряжения во время быстрого обратного хода формирует отрицательные импульсы, запирающие кинескоп на время обратного хода;

C_{10} является элементом обратной связи (см. R_{15});

C_{11} передает на управляющую сетку лампы высокочастотные составляющие пилообразного напряжения, что повышает линейность верхней части растра;

C_{12} является элементом цепочки $R_{14}C_{12}$ (см. R_{14});

C_{13} помогает устранению ярких горизонтальных полос на растре;

C_{14} входит в состав низкочастотного фильтра;

C_{15} вместе с R_{19} образует фильтр;

C_{16} — см. R_{15}.

Индуктивности

L_1 — анодная обмотка трансформатора блокинг-генератора;

L_2 — сеточная обмотка трансформатора блокинг-генератора;

L_3 — первичная обмотка выходного трансформатора кадров;

L_4 — вторичная обмотка выходного трансформатора кадров;

L_5 — кадровая отклоняющая катушка;

L_6 — кадровая отклоняющая катушка.

Лампы

$Л_1$ — левый триод — амплитудный селектор; правый триод — блокинг-генератор кадров;

$Л_2$ — выходной каскад кадровой развертки.

Трансформаторы

$Тр_1$ — трансформатор блокинг-генератора кадров;

$Тр_2$ — выходной трансформатор кадровой развертки.

40. СТРОЧНАЯ РАЗВЕРТКА (рис. 117)

Сопротивления

R_1 — сопротивление утечки сетки; смещение равно нулю, так как синхросигнал, поступающий на управляющую сетку, имеет отрицательную полярность;

R_2 вместе с конденсатором C_2 образует фильтр низкой частоты;

R_3 вместе с конденсатором C_6 образует дифференцирующее звено, которое изменяет форму импульса строчной развертки;

R_4 и R_5 обеспечивает некоторый разряд конденсаторов C_4 и C_5 в промежутке между импульсами синхронизации, это необходимо для того, чтобы система автоподстройки «следила» за изменениями амплитуды синхросигнала;

R_6 вместе с конденсаторами C_7 и C_8 образует сглаживающий фильтр;

R_7 ограничивает пределы регулировки частоты колебаний строчного блокинг-генератора;

R_8 — регулятор частоты собственных колебаний строчного блокинг-генератора;

R_9 — потенциометр настройки баланса схемы, при отсутствии сигнала напряжение на движке потенциометра должно быть равно нулю;

R_{10} вместе с C_9 образует фильтр сглаживания остаточных колебаний, входит в состав гридлика блокинг-генератора;

R_{11} — зарядное сопротивление блокинг-генератора;

R_{12} вместе с R_{13} образует делитель отрицательного напряжения смещения выходной лампы строк;

R_{13} — утечка сетки;

R_{14} предотвращает паразитную генерацию лампы на высокой частоте;

R_{15} и R_{16} образуют гасящее сопротивление, понижающее напряжение на экранной сетке лампы $Л_3$;

R_{17} — сопротивление, гасящее излишек напряжения на обмотке $Л_7$;

R_{18} увеличивает внутреннее сопротивление кенотрона $Л_5$, это приводит к уменьшению ускоряющего напряжения на аноде кинескопа;

R_{19} вместе с конденсаторами C_{17} и C_{18} образует фильтр, предотвращающий попадание на анод кинескопа гармоник строчной частоты, которые могут быть излучены и явиться помехой радиоприему;

R_{20} — регулятор фокусировки луча кинескопа;

R_{21} вместе с конденсатором C_9 (рис. 116) образует дифференцирующее звено;

R_{22} предохраняет от пробоя промежуток между катодом и нитью накала кинескопа (при отсутствии этого сопротивления разность потенциалов между нитью накала и катодом может сильно возрасти, так как обмотка накала кинескопа на силовом трансформаторе не заземлена);

R_{23} вместе с конденсатором C_{19} составляет фильтр, сглаживающий пульсации строчной частоты в напряжении «вольтодобавки», которое снимается с конденсатора C_{14} и питает блокинг-генератор кадровой развертки и электронную оптику кинескопа;

R_{24} развязывает катод кинескопа от низкого внутреннего сопротивления регулятора яркости, падение напряжения на этом сопротивлении R_{24} за счет катодного тока кинескопа предохраняет кинескоп от чрезмерной яркости;

R_{25} — регулятор яркости свечения экрана;

R_{26} ограничивает пределы регулировки яркости потенциометром R_{25}.

Конденсаторы

C_1 — переходный конденсатор, передающий отрицательный синхросигнал на управляющую сетку усилителя синхроимпульсов;

C_2 вместе с R_2 образует фильтр-развязку по анодному питанию;

C_3 понижает резонансную частоту импульсного трансформатора до совпадения с частотой строк, что несколько повышает помехоустойчивость системы, так как на первичной обмотке трансформатора при этом образуются преимущественно импульсы строчной частоты;

C_4 и C_5 передают строчные импульсы на диоды $Д_1$ и $Д_2$ фазового дискриминатора;

C_6 вместе с R_3 образует дифференцирующую цепь;

C_7 и C_8 образуют сглаживающий фильтр;

C_9 вместе с R_{10} и частью R_9 образует фильтр сглаживания остаточных колебаний выходного напряжения фазового дискриминатора;

C_{10} — зарядный конденсатор; подключение его к плюсовой шине необязательно;

C_{11} — переходный конденсатор; передает пилообразное напряжение с блокинг-генератора строк на управляющую сетку лампы выходного каскада;

C_{12} блокирует экранную сетку лампы выходного каскада строчной развертки;

C_{13} и C_{14} вместе с индуктивностью L_5 образуют резонансный контур, корректирующий линейность строчной развертки, на этих конденсаторах образуется напряжение «вольтодобавки»;

C_{15} устраняет некоторую несимметрию строчных отклоняющих катушек; уменьшает волнистость строк растра;

C_{16} несколько снижает собственную резонансную частоту строчного трансформатора; увеличивает чрезмерно малый обратный ход строчной развертки, в связи с чем уменьшается ускоряющее напряжение на аноде кинескопа и увеличивается размер растра;

C_{17} и C_{18} вместе с R_{19} образуют фильтр, предотвращающий попадание на анод кинескопа гармоник строчной частоты;

C_{19} вместе с R_{23} образует фильтр, сглаживающий пульсации строчной частоты в напряжении «вольтодобавки».

Индуктивности

L_1 — первичная обмотка импульсного трансформатора фазового дискриминатора;

L_2 — вторичная обмотка того же трансформатора;

L_3 — анодная обмотка трансформатора блокинг-генератора строк;

L_4 — сеточная обмотка трансформатора блокинг-генератора строк;

L_5 вместе с C_{13} и C_{14} образует резонансный контур, корректирующий линейность строчной развертки;

L_6 — анодная обмотка строчного трансформатора;

L_7 — обмотка питания нити накала высоковольтного кенотрона;

L_8 — вспомогательная обмотка строчного трансформатора, с которой подаются импульсы в схему автоподстройки частоты строк;

L_9 — катушка регулятора размера по строкам;

L_{10} — строчная отклоняющая катушка;

L_{11} — строчная отклоняющая катушка;

L_{12} — корректирующий дроссель.

Лампы

$Л_1$ — усилитель строчных синхроимпульсов;

$Л_2$ — блокинг-генератор строк;

$Л_3$ — выходной каскад строчной развертки;

$Л_4$ — демпфер;

$Л_5$ — высоковольтный кенотрон;

$Л_6$ — кинескоп.

Трансформаторы

$Тр_1$ — импульсный трансформатор фазового дискриминатора;

$Тр_2$ — трансформатор блокинг-генератора строк;

$Тр_3$ — строчный трансформатор.

41. БЛОК ПИТАНИЯ ТЕЛЕВИЗОРА (рис. 118)

Сопротивления

R_1 служит для разряда конденсаторов C_8 и C_1 при выключении телевизора из сети;

R_2, R_3, R_4, R_5, R_6, R_7 — эти сопротивления предохраняют полупроводниковые диоды ДГ-Ц24 от пробоя; в то время, когда диоды заперты, они выравнивают напряжение на диодах, так как последние имеют разные обратные сопротивления;

R_8 и R_9 образуют искусственную среднюю точку накальной обмотки L_7, которая питает нить накала лампы усилителя низкой частоты; в эту среднюю точку подается небольшое положительное напряжение, благодаря которому электроны, вылетающие из нити накала, не дают падения напряжения на катодных сопротивлениях R_{15} и R_{16} (рис. 114); эта мера устраняет фон сетевой частоты;

R_{10} и R_{11} образуют делитель постоянного анодного напряжения для питания искусственной средней точки обмотки L_7;

R_{12} вместе с конденсатором C_6 образует фильтр низкой частоты источника отрицательного напряжения;

R_{13} — гасящее сопротивление, обеспечивающее напряжение для питания ламп УПЧ канала изображения;

R_{14} — небольшое гасящее сопротивление, включаемое в цепь диодов выпрямителя при приеме УКВ ЧМ станций для некоторого уменьшения анодного напряжения, которое повышается при переходе на режим УКВ ЧМ.

Конденсаторы

C_1, как и конденсаторы C_2 и C_3, блокирует сетевой вход по высоким частотам;

C_2 — конденсатор, подавляющий преимущественно частоту 6,5 *Мгц*;

C_3 — см. C_1;

C_4 вместе с R_{11} и R_{10} образует фильтр, уменьшающий пульсации анодного напряжения в средней точке обмотки L_7;

C_5 — конденсатор фильтра выпрямителя отрицательного напряжения;

C_6 вместе с сопротивлением R_{12} образует фильтр низкой частоты;

C_7 и C_8 — конденсаторы фильтра выпрямителя, собранного по схеме удвоения напряжения;

C_9 вместе с дросселем $Др_1$ образует главный фильтр анодного напряжения;

C_{10} — блокировочный конденсатор по частотам видеосигнала;

C_{11} вместе с сопротивлением R_{13} образует фильтр низкой частоты.

Индуктивности

L_1, L_2, L_3, L_4, L_5, L_6, L_7, L_8 — обмотки силового трансформатора;

$Др_1$ — низкочастотный дроссель фильтра выпрямителя.

Полупроводниковые диоды

$Д_1$, $Д_2$, $Д_3$, $Д_4$, $Д_5$, $Д_6$ — мощные диоды выпрямителя анодного напряжения;

$Д_7$ — маломощный диод выпрямителя отрицательного напряжения.

Трансформатор

$Тр_1$ — силовой трансформатор.

Переключатели

$К_1$ включен при приеме телевидения;

$К_2$ включен при приеме передач УКВ ЧМ станций;

$К_3$ — сетевой выключатель; при выключении телевизора выключены оба сетевых провода;

$К_4$ включен при приеме телевидения;

$К_5$ включен при приеме передач УКВ ЧМ станций;

$К_6$ включен при приеме телевидения;

$К_7$ включен при приеме телевидения;

$К_8$ и $К_9$ — элементы переключения телевизора на различные номинальные напряжения сети.

Примечание. Все переключатели $К_1$ — $К_7$, кроме $К_3$, объединены одним механизмом, и переход с режима «УКВ ЧМ» в режим «Телевидение» производится поворотом одной ручки.

Предохранители

$Пр_1$ — основной предохранитель;

$Пр_2$ — предохранитель полупроводниковых диодов в режиме «УКВ ЧМ»;

$Пр_3$ — предохранитель диодов, срабатывающий при замыканиях анодного напряжения.

ЛИТЕРАТУРА

Батраков А. В., Клопов А. Я., Рассказ о телевизоре, Госэнергоиздат, 1951.

Бялик Г. И., Новое в телевидении, Госэнергоиздат, 1952.

Варбанский А. М., Телевизионная техника, Госэнергоиздат, 1959.

Ельяшкевич С. А., Справочник по телевизионным приемникам, Госэнергоиздат, 1960.

Зворыкин В. К. и Мортон Д. А., Телевидение, Перевод с английского под редакцией проф. Катаева С. И., Изд. иностр. лит., 1956.

Игнатьев Н. К., Телевидение, Связьиздат, 1958.

Клопов А. Я. и Рассадников Е. И., Основы телевизионной техники, Госэнергоиздат, 1951.

Клопов А. Я., Основы техники телевидения, Изд. «Советское радио», 1963.

Клопов А. Я., Техника телевидения, Госэнергоиздат, 1956.

Новаковский С. В. и Самойлов Г. П., Прием телевизионных передач, Госэнергоиздат, 1953.

Самойлов Г. П., Развертывающие устройства в телевизорах и их неисправности, Госэнергоиздат, 1958.

Сутягин В. Я., Любительский телевизор, Госэнергоиздат, 1951.

Халфин А. М., Основы телевизионной техники, Изд «Советское радио»; 1955.

Эфрусси Я. И., Усилители промежуточной частоты для телевизоров, Госэнергоиздат, 1957.

Фельдман Лев Давидович

Как работает телевизор (схемные особенности телевизоров)

М.—Л., Издательство «Энергия», 1964

176 с. с илл. (Массовая радиобиблиотека. Вып. 503)

Тематический план 1964 г. № 368

Редактор *А. М. Шендерович* Техн. редактор *Н. А. Бульдяев*

Обложка художника *А. М. Кувшинникова*

Сдано в набор 31/X 1963 г. Подписано к печати 7/I 1964 г.

Т-00913 Бумага 84×108¹/₃₂ 9,02 печ. л. Уч.-изд. л. 8,2

Тираж 100 000 экз. Цена 33 коп. Заказ 592

Отпечатано с матриц Московской типографии № 10 «Главполиграфпрома» во Владимирской типографии «Главполиграфпрома»

Государственного Комитета Совета Министров СССР по печати

Город Владимир, ул. Б. Ремесленники, д. 18-б Зак. 230

КНИГИ ПО ТЕЛЕВИДЕНИЮ,

намеченные к выпуску в Массовой радиобиблиотеке в 1964 г.

Акулиничев И. Т., **Любительский телевизор**, новая конструкция, 4 л., 75 000 экз., ц. 16 коп., вып. II кв.

Ельяшкевич С. А., **Настройка телевизора с помощью генератора качающейся частоты**, изд. второе, 6 л., 50 000 экз., ц. 24 коп., вып. II кв.

Метузалем Е. В. и Рыманов Е. А., **Телевизор «Рекорд»**, изд. второе, 5 л., 100 000 экз., ц. 20 коп., вып. II кв.

Метузалем Е. В. и Рыманов Е. А., **Телевизор «Старт»**, 4 л., 100 000 экз., ц. 16 коп., вып. III кв.

Пилтакян А. М., **Любительские телевизионные конструкции**, 5 л., 100 000 экз., ц. 20 коп., вып. II кв.

Самойлов Г. П., **Ремонт развертывающих устройств телевизоров**, изд. второе, переработанное и дополненное, 6 л., 100 000 экз., ц. 24 коп., вып. III кв.

Самойлов Г. П., **Уход за телевизором**, изд. второе, 2 л., 200 000 экз., ц. 8 коп., вып. I кв.

Сикс А., **Починить телевизор? — Нет ничего проще!** (перевод с французск.) 10 л., 150 000 экз., ц 50 коп., вып. II кв.

Сотников С. К., **Дальний прием телевидения**, 4 л., 150 000 экз., ц. 16 коп., вып II кв.

Фельдман Л. Д., **Телевизионный прием**, 13 л., 150 000 экз., ц. 52 коп., вып. IV кв.

Шумихин Ю. А., **Автоматические телевизионные устройства**, 4 л., 40 000 экз., ц. 16 коп., вып. II кв.